

5.293  
P 80940  
(1856) 11

DE

# L'ANALYSE DE L'URINE.

## THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS,

le 30 août 1856,

PAR HOTTOT (ERNEST),

NÉ A PARIS (SEINE),

Ex-Interne des hôpitaux civils de Paris,

L'agrégé des hôpitaux et de l'École de Pharmacie de Paris.



PARIS.

JUNOT ET C<sup>e</sup>, IMPRIMEURS DE L'ÉCOLE DE PHARMACIE,  
RUE RACINE, 26, PRÈS DE L'ODÉON.

1856



A mon très cher et bon ami  
l'assurance de sympathie de son  
cœur reconnaissant J. Hottot



ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS.

---

DE

# L'ANALYSE DE L'URINE.

---

## THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS,

le 30 août 1856,

**Pour obtenir le titre de Pharmacien de première classe,**

**PAR HOTTOT (ERNEST),**

NÉ A PARIS (SEINE),

Ex-interne des hôpitaux civils de Paris,

Lauréat des hôpitaux et de l'École de Pharmacie de Paris.



**PARIS.**

**E. THUNOT ET C<sup>ie</sup>, IMPRIMEURS DE L'ÉCOLE DE PHARMACIE,**

RUE RACINE, 26.

—  
1856

# ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE.

---

## ADMINISTRATEURS.

---

MM. BUSSY, Directeur.

GUIBOURT, Secrétaire, Agent comptable.

LECANU, Professeur titulaire.

## PROFESSEURS.

---

|                              |   |  |
|------------------------------|---|--|
| MM. BUSSY. . . . .           | } | Chimie.                                |
| GAULTIER DE CLAUBRY. . . . . |   |  |
| LECANU. . . . .              | } | Pharmacie.                             |
| CHEVALLIER. . . . .          |   |  |
| GUIBOURT. . . . .            | { | Histoire naturelle<br>des médicaments. |
| CHATIN. . . . .              |   |  |
| VALENCIENNES. . . . .        |   | Botanique.                             |
| CAVENTOU. . . . .            |   | Zoologie.                              |
| N. . . . .                   |   | Toxicologie.                           |
|                              |   | Physique.                              |

## PROFESSEURS DÉLÉGUÉS DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE.

---

MM. WURTZ.

MOQUIN TANDON.

## AGRÉGÉS.

---

MM. FIGUIER, pour la chimie.

ROBIQUET, — la physique.

REVEIL, — la toxicologie.

LUTZ, — la pharmacie.

SOUBEIRAN, — l'histoire naturelle.

*NOTA. L'École ne prend sous sa responsabilité aucune des opinions émises par les candidats.*

## **A MON PÈRE,**

Témoignage de mon amour filial et de ma reconnaissance pour les sages conseils dont il n'a cessé d'entourer mes pas dans la carrière qu'il a si dignement remplie.

---

## **A MA BELLE-MÈRE,**

Sincères remerciements pour son dévouement.

---

## **A MES GRANDS PARENTS,**

Hommage de ma reconnaissance et de mon affection la plus tendre.

---

## **A MON EXCELLENTE SOEUR.**

---

## **A MON COUSIN LOUIS HOTTOT,**

Mon meilleur ami.





**A M. LE PROFESSEUR SOUBEIRAN,**

PROFESSEUR DE PHARMACIE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS, PHARMACIEN EN CHEF  
DES HÔPITAUX DE PARIS, MEMBRE DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DE MÉDECINE, ETC.

**A M. LE PROFESSEUR BOUCHARDAT,**

PROFESSEUR D'HYGIÈNE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS, MEMBRE DE L'ACADÉMIE  
IMPÉRIALE DE MÉDECINE, ETC.

Leur élève reconnaissant.

---

Je prie mes chefs dans les hôpitaux ,

MM. TASSART, CHATIN, GUIART, MM. GRISOLLE, TROUSSEAU, JOBERT  
DE LAMBALLE, MARROTTE, BOURDON, BOULEY, GUBLER,

de recevoir mes remerciements sincères pour la bienveillance qu'ils ont bien voulu  
me témoigner pendant le cours de mes études.



## INTRODUCTION.

---

Le but que nous nous sommes proposé dans notre travail n'a pas été d'exposer le résumé de tous les travaux qui ont été publiés sur l'urine normale et pathologique ; il eût fallu de nombreux volumes et de laborieuses recherches pour accomplir un tel travail ; notre but a été plus modeste : pensant qu'il serait utile à nos confrères, qui ne se sont pas occupés spécialement de la question de l'urine et qui sont souvent consultés sur ce sujet, d'avoir une sorte de compendium où ils pourraient puiser rapidement les renseignements qui leur seraient utiles et qui se trouvent disséminés dans les diverses publications, nous avons voulu réunir en un seul faisceau les principaux procédés d'analyse des divers principes qui existent dans l'urine, soit normale, soit pathologique. On trouvera donc dans notre thèse les éléments nécessaires à une analyse d'urine ; nous y avons joint quelques considérations sur l'histoire des variations de ces différents éléments, variations que nous avons surtout puisées dans les travaux si consciencieux de MM. Lecanu et Becquerel. Notre travail eût été trop aride et incomplet, si nous avions négligé cette partie si intéressante de l'étude de l'urine. Nous avons ajouté à l'analyse chimique quelques indications succinctes relatives à l'analyse microscopique dont les progrès récents ont aidé si puissamment à l'étude de l'urine. Nous avons surtout emprunté ces indications à l'excellent ouvrage de MM. Robin et Verdeil, qui voudront bien nous le pardonner.

---



DE

# L'ANALYSE DE L'URINE.



## DE LA COMPOSITION DE L'URINE.

Un grand nombre de chimistes se sont occupés de l'étude de l'urine et surtout de sa composition ; parmi les auteurs du siècle dernier, nous citerons : Rouelle, qui découvrit l'urée, Schéele qui découvrit l'acide urique, Berzélius, Wollaston, Proust, etc. Parmi les auteurs modernes nous citerons en Allemagne Liebig, Wöhler, Lehmann, Heintz, Pettenkofer ; en Angleterre, Ure, Brandes, Garrod, Prout, Golding Bird ; en France, Vauquelin, Chossat, MM. Bouchardat, Guibourt, Rayer, Bussy, Lecanu, Cap et Henry, Chevalier, Becquerel, Millen, Donné, Robin et Verdeil, etc. Malgré les travaux de ces savants, l'analyse de l'urine est incomplète, et de grandes dissidences règnent encore sur les différentes analyses que l'on a données de sa composition. Berzélius est le premier auteur qui ait publié une analyse quantitative de l'urine. Voici le tableau de son analyse, dont les chiffres se rapportent à 1000 grammes d'urine.

|  |         |
|--|---------|
| Eau. . . . .   | 933.10  |
| Urée. . . . .  | 30.10   |
| Acide lactique libre. . . . .                                | } 17.14 |
| Lactate d'ammoniaque. . . . .                                |         |
| Extrait de viande soluble dans l'alcool. . . . .             |         |
| Matières extractives, seulement solubles dans l'eau. . . . . | } 1.00  |
| Acide urique. . . . .  |         |
| Mucus vésical. . . . .                                       |         |
|  | 0.32    |

|  |      |                                      |
|--|------|--------------------------------------|
| Sulfate de potasse. . . . .                | 3.71 | } 15.29<br>indécomposable<br>au feu. |
| Sulfate de soude. . . . .                  | 3.16 |                                      |
| Phosphate de soude. . . . .                | 2.94 |                                      |
| Chlorure de sodium. . . . .                | 4.45 |                                      |
| Phosphate de chaux et de magnésie. . . . . | 1.00 | } 3.15<br>décomposable au feu.       |
| Silice. . . . .                            | 0.03 |                                      |
| Biphosphate d'ammoniaque. . . . .          | 1.65 |                                      |
| Chlorure ammonique. . . . .                | 1.50 |                                      |

Cette analyse a été longtemps la seule connue et qui ait servi de comparaison pour les variations de l'urine ; on a reconnu depuis qu'elle n'était pas complètement satisfaisante ; en effet, Berzélius n'indique pas la densité de l'urine analysée ni sur quelle urine il a opéré, et on sait que la composition de l'urine varie suivant qu'on analyse celle de la digestion, celle de la nuit ou celle des boissons ; ses chiffres du reste s'éloignent beaucoup des analyses précises de MM. Lecanu et Becquerel, comme on peut s'en assurer en les comparant au tableau de la composition de l'urine donné par M. Becquerel.

### TABLEAU

INDIQUANT LA COMPOSITION MOYENNE DE L'URINE CHEZ L'HOMME ET CHEZ LA FEMME  
ET LA MOYENNE DÉDUITE DE LEUR ADDITION.

| ÉLÉMENTS CHIMIQUES<br>CONTENUS DANS L'URINE.                                   | HOMMES.   |                             | FEMMES.                    |                             | MOYENNE GÉNÉRALE.          |                             |                         |       |
|--|---|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------|
|  | URINE<br>des<br>24 heures.  | COMPOSITION<br>sur<br>1000. | URINE<br>des<br>24 heures. | COMPOSITION<br>sur<br>1000. | URINE<br>des<br>24 heures. | COMPOSITION<br>sur<br>1000. |                         |       |
|  |   |                             |                            |                             |                            |                             |                         |       |
| Quantités d'urine. . . . .   | 1267.3  | 1000.                       | 1371.7                     | 1000.                       | 1319.8                     | 1000.                       |                         |       |
| Densité. . . . .   | 1018.900  |                             | 1015.120                   |                             | 1017.010                   |                             |                         |       |
| Eau. . . . .   | 1227.779  | 968.815                     | 1337.489                   | 975.052                     | 1282.634                   | 971.935                     |                         |       |
| Matières autres que l'eau, et données par<br>l'évaporation directe. . . . .    | 39.521  | 31.185                      | 34.211                     | 24.948                      | 36.866                     | 28.066                      |                         |       |
| Urée. . . . .  | 17.537  | 13.838                      | 15.582                     | 10.366                      | 16.555                     | 12.102                      |                         |       |
| Acide urique. . . . .  | 0.495   | 0.391                       | 0.557                      | 0.406                       | 0.526                      | 0.398                       |                         |       |
| Sels fixes<br>et<br>indécomposables<br>à la température<br>rouge.              | Chlorures.. (de chaux. . . )<br>Phosphates (de soude. . . )<br>Sulfates. . (de potasse. . )<br>(de magnésie.)   |                             | 9.751                      | 7.695                       | 8.426                      | 6.143                       | (*) 9.089<br>(**) 6.919 |       |
| Matières<br>organiques<br>qu'on ne peut<br>isoler<br>et classer<br>séparément. | Acide lactique. . . . .<br>Lactate d'ammoniaque. . . .<br>Matières colorantes. . . . .<br>Matières extractives. . . . .<br>Hydrochlorat d'ammoniaque. |                             | 41.738                     | 9.261                       | 9.655                      | 8.033                       | 10.696                  | 8.647 |

COMPOSITION DES SELS FIXES SUR L'ÉMISSION DES 24 HEURES ET SUR 1000 PARTIES D'URINE.

(\*) Urine des 24 heures.

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| Somme. . . . .              | 9.089 |
| Chlore. . . . .             | 0.659 |
| Acide sulfurique. . . . .   | 1.123 |
| Acide phosphorique. . . . . | 0.417 |
| Potasse. . . . .            | 1.708 |

|                                  |   |       |
|----------------------------------|---|-------|
| Bases alcalines<br>et terreuses. | <div> <div>Soude. . . . .</div> <div>Chaux. . . . .</div> <div>Magnésie. . . . .</div> </div> | 5.181 |
|----------------------------------|---|-------|

(\*\*) Composition sur 1000.

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| Somme. . . . .              | 6.919 |
| Chlore. . . . .             | 0.502 |
| Acide sulfurique. . . . .   | 0.855 |
| Acide phosphorique. . . . . | 0.317 |
| Potasse. . . . .            | 1.300 |

|                                  |   |       |
|----------------------------------|---|-------|
| Bases alcalines<br>et terreuses. | <div> <div>Soude. . . . .</div> <div>Chaux. . . . .</div> <div>Magnésie. . . . .</div> </div> | 3.944 |
|----------------------------------|---|-------|

Les chiffres que donne M. Becquerel s'éloignent fort peu de ceux de M. Lecanu ; ils ne doivent pas être considérés comme absolus, M. Becquerel ne les donnant que comme une moyenne autour de laquelle les chiffres peuvent osciller dans une limite même assez étendue ; c'est ainsi que l'urée qui est désignée sous la moyenne de 16.555 pourra varier entre 12 et 20 sans qu'on soit en droit de conclure que les chiffres sont en dehors des limites physiologiques ; nous verrons plus tard, à l'étude de chaque corps, dans quelle limite ces chiffres peuvent osciller. Depuis les travaux de MM. Lecanu et Becquerel l'analyse de l'urine a fait des progrès : l'analyse chimique y a révélé de nouveaux corps, la créatine, l'acide hippurique, etc. L'analyse microscopique a également avancé son étude non-seulement en découvrant des corps qui, par leur faible quantité, échappaient à l'analyse chimique, mais surtout en montrant sous quelles combinaisons réelles existaient les divers éléments de l'urine. Mais, si les progrès récents ont indiqué de nouveaux corps, si le microscope nous a donné une idée plus nette de la nature intime de l'urine, les résultats de MM. Lecanu et Becquerel n'en sont pas moins toujours précieux ; le microscope, en indiquant sous quelles formes existaient les corps dans l'urine, a été jusqu'ici impuissant à nous fixer les proportions de chacun de ces corps, et lorsqu'on voudra les connaître, il faudra se contenter des procédés analytiques ordinaires de la chimie, malgré le trouble que ces procédés peuvent jeter dans la composition intime de l'urine.

Voici, d'après M. Ch. Robin, la composition immédiate ou anatomique de l'urine dans l'état actuel de la science.

C'est en partie ce tableau qui nous guidera dans l'étude que nous allons entreprendre des divers éléments de l'urine :

Acide carbonique. (Quelquefois des traces.)

Eau (en moyenne) 971.934 pour 1000.

Silice. (Quelquefois des traces.)

Chlorure de sodium.

Chlorure de potassium.

Chlorhydrate d'ammoniaque.

Sulfate de chaux. (Des traces.)

Sulfate de soude.

Sulfate de potasse.

Phosphate de chaux des os.

Phosphate acide de chaux.

Phosphate acide de soude. (C'est à lui surtout que l'urine doit la propriété de rougir le tournesol sans décomposer les carbonates.)

Phosphate neutre de soude.

Phosphate de potasse.

Phosphate de magnésie.



Phosphate ammoniac-magnésien. (Assez souvent à l'état normal dans l'urine neutre.)

Carbonate de chaux. . }  
 Carbonate de soude. . } Quelquefois à l'état normal dans la première enfance.  
 Carbonate de potasse. }

Carbonate d'ammoniac. (Toujours morbide. Suppuration des reins.)

Lactate de chaux . . . } Probables mais non directement démontrés. L'acide lactique ne s'y  
 Lactate de soude . . . } forme qu'accidentellement après l'émission, par fermentation du  
 Lactate de potasse. . . } sucre, mais n'est pas le principe qui lui donne sa réaction acide.  
 Oxalate de chaux. (Accidentellement introduit dans les aliments ou de formation morbide.)

Urate de chaux. (Quelquefois des traces.)

Urate de magnésie. (*Idem.*)

Urate neutre de soude.

Urate acide de soude.

Urate de potasse. (Des traces.)

Urate d'ammoniac.

Hippurate de soude.

Acide urique. (Des traces. Toujours accidentel ou morbide.)

Acide hippurique. (*Idem.*)

Pneumate de soude. (Des traces.)

Urée (en moyenne) 12.102.

Créatine.

Créatinine.

Cystine. (Accidentelle ou morbide. Des traces.)

Sucre du foie ou de diabète. (Quelquefois des traces sans qu'il y ait diabète sucré.)

Oléine. . . }  
 Margarine. . } Matière grasse, environ 1 pour 1000.  
 Stéarine. . }

Mucosine. (Des traces normalement, plus ou moins, dans le catarrhe vésical.)

Errosacine. (Matière éolante en petite quantité.)

## DE L'EAU ET DES MATIÈRES SOLIDES.

Nous avons réuni dans un même chapitre l'étude de l'eau et des matières solides de l'urine : ces deux études en effet sont solidaires l'une de l'autre ; car lorsqu'on évalue soit l'eau, soit les matières solides, l'analyse donne toujours par différence le poids de l'autre élément. Le procédé le plus simple que l'on puisse employer pour l'analyse de l'eau et des matières solides, consiste à évaporer jusqu'à siccité au bain-marie un poids donné d'urine. On pèse le résidu qui exprime le poids des matières solides ; le poids de l'eau s'obtient en déduisant du poids total de l'urine le poids des matières solides obtenues. L'évaporation de l'urine exige de grands ménagements, surtout lorsqu'on approche du point de dessiccation. L'urée, les

matières extractives ont en effet une grande tendance à se décomposer sous l'influence de la chaleur, et leur déperdition entraînerait des erreurs dans les résultats; il faut donc éviter de dépasser le point de dessiccation, ce qui s'obtient facilement avec un peu d'habitude. Il faut également éviter l'excès contraire qui ferait attribuer à l'un des éléments ce qui appartient à l'autre. Dans le but d'obvier à ces inconvénients, dans le but surtout de fournir un mode d'analyse plus rapide et moins repoussant que celui de l'évaporation, M. Becquerel a proposé de doser les quantités d'eau et de matières solides au moyen d'un aréomètre et de tables qu'il a construites à cet effet. Voici comment il a opéré pour la construction de ces tables : il a pris un certain nombre d'urines de densités différentes; il a déterminé ces densités à une température de  $+ 10^{\circ}$ ; il a évaporé un poids donné, et, par un calcul simple, il en a déduit la quantité de matières solides contenues dans 1000 grammes à la densité marquée par l'aréomètre.

Par des opérations nombreuses et comparatives, étant arrivé à connaître la quantité de matières solides contenues dans l'urine à tous les degrés de densité, il a construit une table composée de trois colonnes : la première exprime le chiffre de la densité obtenu par un aréomètre sensible de Baumé; la deuxième indique la quantité de matières solides tenues en dissolution dans 1,000 grammes d'urine correspondant à ce degré de densité; la troisième indique la quantité d'eau contenue également dans 1,000 grammes. On la déduit en soustrayant du total 1000 les chiffres de la deuxième colonne :

| DENSITÉS. | EAU<br>contenue<br>dans 1000 grammes<br>d'urine. | MATIÈRES<br>autres que l'eau<br>et contenues<br>dans 1000 grammes<br>d'urine. | DENSITÉS. | EAU<br>contenue<br>dans 1000 grammes<br>d'urine. | MATIÈRES<br>autres que l'eau<br>et contenues<br>dans 1000 grammes<br>d'urine. |
|-----------|--|---|-----------|--|---|
| 1000.000  | 1000.000   | 0.000   | 1017.000  | 971.950  | 28.050  |
| 1001.000  | 998.350  | 1.650   | 1018.000  | 970.300  | 29.700  |
| 1002.000  | 996.700  | 3.300   | 1019.000  | 968.650  | 31.350  |
| 1003.000  | 995.050  | 4.950   | 1020.000  | 967.000  | 33.000  |
| 1004.000  | 993.400  | 6.600   | 1021.000  | 965.350  | 34.650  |
| 1005.000  | 991.750  | 8.250   | 1022.000  | 963.700  | 36.300  |
| 1006.000  | 990.100  | 9.900   | 1023.000  | 962.050  | 37.950  |
| 1007.000  | 988.450  | 11.550  | 1024.000  | 960.400  | 39.600  |
| 1008.000  | 986.800  | 13.200  | 1025.000  | 958.750  | 41.250  |
| 1009.000  | 985.150  | 14.850  | 1026.000  | 957.100  | 42.900  |
| 1010.000  | 983.500  | 16.500  | 1027.000  | 955.450  | 44.550  |
| 1011.000  | 981.850  | 18.150  | 1028.000  | 953.800  | 46.200  |
| 1012.000  | 980.200  | 19.800  | 1029.000  | 952.150  | 47.850  |
| 1013.000  | 978.550  | 21.450  | 1030.000  | 950.500  | 49.500  |
| 1014.000  | 976.900  | 23.100  | 1031.000  | 948.850  | 51.150  |
| 1015.000  | 975.250  | 24.750  | 1032.000  | 947.200  | 52.800  |
| 1016.000  | 973.600  | 26.400  |           |  |   |

Les chiffres de M. Becquerel indiquent d'une manière sinon mathématique, du moins suffisante pour des analyses d'urine, les quantités de sels et d'eau correspondantes à chaque degré de densité. M. Becquerel s'en est assuré par des essais comparatifs; il s'est fondé en les établissant sur ce fait, que différents éléments solides de l'urine variant peu par rapport les uns aux autres, mais variant plutôt dans leur ensemble, la densité ne sera pas sensiblement affectée par les variations respectives, mais sera toujours en rapport avec la quantité de sels contenus dans l'urine. Voici comment il faut se servir de ces tables pour rechercher la quantité d'eau et de matières tenues en dissolution dans une quantité d'urine quelconque, celle de l'émission des vingt-quatre heures, par exemple. Supposons qu'elle soit de 650 grammes. On commence par en constater la densité. Admettons qu'elle soit de 1,024; on veut trouver la quantité relative d'eau et de matières solides en dissolution contenues dans 650 grammes. On part de ce point en cherchant dans la table la colonne correspondante à 1,024, et voyant que sur 1,000 grammes d'urine il y a à cette densité 34 gr. 65 de matières en dissolution, on établit la proportion :

$$1,000 : 34,650 :: 650 : x.$$

On multiplie 34,650 par 650, et on divise le produit par 1,000; le quotient exprime la quantité de matières solides contenues dans les 650 grammes. La quantité d'eau se dose en soustrayant de 650 la quantité de matières solides obtenues.

On voit combien est simple ce procédé qui permet de faire en quelques instants de nombreuses analyses de l'eau et des matières solides de l'urine.

Combien l'urine contient-elle d'eau et de matières solides à l'état normal?

Quelles sont les variations physiologiques et pathologiques que ces éléments peuvent subir?

Les quantités d'eau rendues dans l'espace de vingt-quatre heures présentent de si nombreuses et fortes variations, qu'il est difficile d'établir une moyenne physiologique. Ces quantités, d'après M. Becquerel, oscilleraient autour des moyennes suivantes : 1227 grammes pour les hommes, 1327 grammes pour les femmes; tous les chiffres variant entre 800 et 1500 grammes ne doivent pas être considérés comme hors des limites physiologiques. On conçoit, en effet, combien, à l'état de santé même, il y a de causes différentes pouvant influencer la sécrétion urinaire; l'absorption d'une plus ou moins grande quantité d'eau est surtout la cause des

variations si étendues de l'eau dans l'urine. On comprend l'importance qu'il y a à connaître ces variations, car la même somme des matières solides étant tenue en dissolution une fois dans 900 grammes, et une autre fois dans 1300 grammes, l'urine se présentera nécessairement avec des caractères bien différents, qui s'expliqueront facilement si la quantité d'eau qui dissout ces matières solides est connue.

Dans un grand nombre de maladies, les quantités d'eau peuvent rester physiologiques; dans des cas nombreux aussi, elles augmentent ou diminuent. Les principales causes qui contribuent à l'augmentation de l'eau sont : l'ingestion d'une grande quantité de liquides, la polydipsie, les accidents nerveux hystériformes; on peut trouver dans ces cas de 2 à 4 litres d'eau; dans le diabète on peut en trouver 7, 8 et même 12 litres. Les causes qui concourent à la diminution de l'eau sont la fièvre et par conséquent les maladies aiguës qui peuvent déterminer un mouvement fébrile; les maladies du cœur capables de déterminer un trouble fonctionnel général, les sueurs abondantes, l'agonie. Dans les cas où la diminution existe, elle peut varier entre 700 et 250 grammes.

Les variations des matières solides sont loin d'être toujours en rapport avec celles de la quantité d'eau; les matières solides varient généralement beaucoup moins que les quantités d'eau, et c'est aux variations de rapport entre ces deux éléments qu'il faut attribuer la densité si variable de l'urine. Il est cependant quelques rapports entre leurs variations; c'est ainsi que l'eau augmentant les matières solides sont généralement entraînées en plus grande abondance, et que la diminution de l'eau coïncide souvent avec la diminution des matières solides; la somme des matières solides de l'urine est en moyenne à l'état physiologique de 39 chez l'homme, de 34 chez la femme; la différence en faveur de l'homme s'explique par la nourriture plus abondante qu'il prend; les variations des matières solides oscillent entre 36 et 41 chez l'homme, entre 32 et 36 chez la femme; on voit combien la différence est grande entre l'oscillation des matières solides et celle de l'eau. Cette différence explique, comme nous l'avons déjà dit, la concentration plus ou moins grande d'une urine, et les variations de densité et de coloration qui en sont le plus souvent la conséquence.

Les causes qui concourent le plus à l'augmentation absolue des matières solides sont l'introduction dans l'économie d'une grande quantité d'eau. M. Becquerel a trouvé alors les chiffres 43 et 45, la polydipsie qui agit dans le même sens, et qui, par cela même qu'elle entraîne plus de matières qu'à l'état normal, cause

l'épuisement rapide des malades ; dans le diabète , les matières solides augmentent, mais la présence du sucre est la cause principale de cette augmentation.

Dans tous ces cas, il faut bien distinguer l'augmentation absolue de celle relative à l'eau ; l'augmentation peut être en effet absolue, et l'urine être moins dense qu'à l'état normal comme dans la polydipsie ; c'est qu'alors l'augmentation de l'eau est relativement plus grande que celle des matières solides. Il en est de même de la diminution qui peut être absolue ou relative ; l'eau peut être diminuée plus que les matières solides, et alors l'urine sera dense et colorée ; elle peut être diminuée dans les mêmes rapports que les matières solides, et alors la densité de l'urine restera normale malgré la diminution de l'eau ; l'eau peut être en plus grande quantité qu'à l'état normal, et les matières solides diminuées : les urines sont alors pâles comme dans la chlorose et l'anémie.

Les causes qui contribuent à la diminution des matières solides sont : la fièvre, les causes débilitantes, l'anémie, la chlorose, etc. ; la diminution varie dans ces cas entre 2½ grammes et 5 grammes ; la diminution la plus grande existe après la débilitation produite par une maladie longue.

#### DE L'URÉE.

L'urée est le corps qui peut-être doit exciter au plus haut degré notre intérêt ; à lui seul il forme environ la moitié des matériaux solides de l'urine ; en outre, son rôle physiologique est des plus importants. Les procédés d'analyse de l'urée sont nombreux ; avant de les exposer, je dirai quelques mots de la composition et des propriétés de ce corps.

L'urée a pour formule  $C^2 H^4 Az^2 O^2$ . Par la nature et la proportion de ses éléments, elle rappelle la composition théorique du cyanate d'ammoniaque ( $AzH^3 IIo$ ,  $C^2 A 2 O$ ).

Elle cristallise en longs prismes à quatre pans incolores, inodores, d'une saveur fraîche ; elle est soluble dans son poids d'eau, moins soluble dans l'alcool, à peine dans l'éther ; on doit la considérer comme un alcaloïde : en effet, elle forme avec les acides des sels parfaitement définis ; toutefois elle diffère des véritables bases organiques :

1° En ce qu'elle ne ramène pas au bleu le papier de tournesol rougi ;

2° Parce qu'elle ne se laisse pas salifier par toutes les bases.

On ne connaît en effet ni le lactate, ni l'hippurate, ni le carbonate d'urée.

Chauffée à  $+ 120^{\circ}$ , elle se décompose en ammoniacque et en acides cyanurique ou cyanique; fondue avec la potasse elle se décompose en acide carbonique et en ammoniacque; elle se comporte de même lorsqu'on la fait bouillir avec l'acide sulfurique, qu'on la met en contact avec certains ferments et que l'on chauffe sa dissolution aqueuse à  $+ 140^{\circ}$  dans un tube scellé; la matière floconneuse de l'urine agit en présence de l'air et à la température ordinaire comme un ferment sur l'urée, et on voit en peu de jours l'urée se transformer complètement sous cette influence en carbonate d'ammoniacque; dans cette transformation, l'urée absorbe deux équivalents d'eau  $C^2 Az^2 H^4 O^2 + 2 HO = 2 AzH^3 CO^2$ .

Cette transformation est à craindre dans l'extraction de l'urée et rend son analyse assez délicate.

L'acide hyponitrique la décompose en volumes égaux d'azote et d'acide carbonique. M. Millon a fondé un procédé d'analyse sur cette propriété.

L'urée est libre dans l'urine. MM. Cap et Henry avaient cru pouvoir avancer que l'urée était en partie combinée à l'acide lactique; mais leurs expériences ont été contestées par M. Liebig, qui n'a reconnu l'acide lactique qu'exceptionnellement dans l'urine, et qui a démontré, de plus, que l'urée ne pouvait se combiner à l'acide lactique.

L'urée se combine avec plusieurs oxydes métalliques: avec l'oxyde de mercure, elle se combine en trois proportions; avec l'oxyde d'argent, elle forme une combinaison  $3AgO + U$ .

L'urée précipite par le nitrate de mercure; il y a trois combinaisons d'urée et de nitrate de mercure; le précipité obtenu en traitant une solution d'urée par le nitrate mercurique contient un équivalent d'urée pour quatre d'oxyde de mercure.

Avant de décrire les différents procédés d'analyse de l'urée, j'indiquerai les précautions à prendre dans les cas particuliers.

L'urine dans laquelle on veut chercher l'urée doit être préalablement filtrée lorsqu'elle contient des flocons muqueux, du pus, des épithélium, ou des globules sanguins; si elle contient de l'albumine, on coagule celle-ci par l'ébullition, et elle entraîne en même temps les matières grasses; lorsqu'il s'agit d'urines bilieuses, il faut d'abord précipiter la matière colorante par l'acétate de plomb;

dans les urines diabétiques, il faut avoir recours à un procédé particulier que nous indiquerons plus loin.

Le procédé le plus ancien pour l'analyse de l'urée est celui de Vauquelin.

On évapore l'urine en consistance de sirop à une chaleur continue; on laisse déposer les sels microcosmiques, et on concentre de nouveau à une douce température; on laisse refroidir le liquide; on y verse les deux tiers de son poids d'acide nitrique, et on égoutte la masse cristalline de nitrate d'urée; le nitrate d'urée renferme une grande quantité de mucus ou de matière animale, et du phosphate de chaux; on le traite par l'eau distillée, qui laisse le phosphate calcaire et le mucus en partie intacts; on concentre au bain-marie en consistance sirupeuse, et on ajoute par portions du carbonate de potasse jusqu'à neutralisation; on évapore de nouveau au bain-marie jusqu'à siccité, et le résidu mis à digérer dans de l'alcool contenant du charbon animal, laisse dissoudre l'urée qui cristallise par évaporation.

Le procédé de Henry est moins défectueux.

On verse dans l'urine un léger excès de sous-acétate de plomb ou d'hydrate d'oxyde; le dépôt renferme, outre les sels formés par l'union du plomb aux acides de l'urine, un composé produit par la précipitation du mucus et d'une partie de la matière animale à l'aide du sel employé; la liqueur est additionnée d'acide sulfurique pour précipiter l'excès du plomb; on sépare le précipité de sulfate de plomb; on concentre rapidement en ajoutant du charbon animal à la liqueur; on passe le liquide sirupeux à travers une toile serrée et très-mince, et on évapore au tiers de son volume; la liqueur se prend souvent en une masse aiguillée jaunâtre, formée de beaucoup d'urée et de quelques sels; les cristaux égouttés, exprimés, sont réunis à ceux provenant de l'eau-mère à laquelle on fait subir un traitement semblable; on les traite par une petite quantité de carbonate de soude, et on les fait digérer dans l'alcool à 38° qui, évaporé, laisse l'urée cristalliser.

L'emploi de l'acide sulfurique, du carbonate de soude et de l'acétate de plomb qui, tous trois, décomposent l'urée, sont de toutes puissantes objections contre ce procédé qui était cependant un progrès. M. Lecanu, ayant remarqué que le nitrate d'urée a une composition constante, a proposé de doser l'urée sous forme de nitrate; on évite ainsi la décomposition par le carbonate de potasse et des longueurs funestes dans l'opération.

Le nitrate d'urée a pour formule  $C^2Az^3H^4O^8 AzO^5HO$ .

|   |              |
|---|--------------|
| Cette formule correspond, d'après M. Lecanu, à l'acide nitrique | 46,93        |
| Urée  | 53,07        |
|   | <hr/> 100,00 |

et comme elle est invariable, lorsqu'on aura obtenu l'urée sous forme de nitrate, il sera facile d'en déduire par le calcul la proportion d'urée.

*Procédé de M. Lecanu.* — On évapore au bain-marie 500 grammes d'urine jusqu'à réduction à 40 grammes, si elle marque moins de 3° à l'aréomètre; à 50 grammes si elle marque plus; on verse dans l'urine sirupeuse, encore chaude, trois fois son poids d'alcool à 36°; on agite; on laisse complètement refroidir; on filtre; on lave le dépôt avec de nouvel alcool et on obtient ainsi, d'une part, l'urée en dissolution dans l'alcool; d'autre part, l'acide urique libre et combiné ainsi que les sels; on évapore le liquide alcoolique au bain-marie à 40 ou 50 grammes suivant le degré aréométrique primitif de l'urine; on laisse refroidir la capsule dans l'eau froide et on ajoute successivement par petites portions et en agitant sans cesse un poids d'acide nitrique pur égal à celui du produit de l'évaporation (40 ou 50 gr.). Le mélange se prend en masse cristalline, que l'on jette sur un linge; on comprime fortement. Après s'être assuré si les eaux-mères ne sont pas troublées par l'acide nitrique, on dessèche au bain-marie le nitrate d'urée détaché du linge, et on déduit par le calcul le poids de l'urée.

Le procédé de M. Lecanu est de beaucoup supérieur au précédent; il se recommande par la simplicité et la netteté de ses résultats; le dosage par le nitrate d'urée dispense de la partie la plus délicate et qui entraîne le plus d'erreurs dans l'opération; la seule objection qu'on lui ait faite est d'exiger un certain temps pour chaque dosage et de réduire ainsi le nombre d'essais que l'on pourrait faire dans un temps limité; de plus il exige l'évaporation de l'urine et une quantité assez considérable de ce liquide pour chaque opération.

Le procédé suivant de M. Millon exige moins de liquide, ne nécessite pas l'évaporation et est rapide; il a l'inconvénient toutefois de ne pas donner l'urée en nature, et, à ce point de vue, le procédé de M. Lecanu est plus rigoureux; ce procédé est fondé sur la décomposition de l'urée en volumes égaux d'azote et d'acide carbonique par l'acide hyponitrique. C'est au moyen du nitrite de mercure que M. Millon décompose l'urée; le nitrite de mercure ou nitrate mercuroso-mercurique est le produit jaune qu'on obtient en chauffant légèrement le nitrate mercurieux cristallisé; on introduit dans le liquide contenant de l'urée un peu de ce sel dissous dans



l'acide nitrique faible ou concentré qui ne le décompose pas ; le gaz nitreux ne s'échappe pas et continue de réagir sur l'urée en le transformant en volumes égaux d'acide carbonique et d'azote ; on recueille l'acide carbonique dans des tubes à potasse dont on a fait la tare ; l'opération est terminée lorsqu'il n'y a plus de dégagement de bulles dans la solution de potasse ; on pèse les tubes de nouveau et l'augmentation de poids représente le poids de l'acide carbonique dégagé ; on arrive au poids de l'urée en multipliant par 1,371 le poids de l'acide carbonique obtenu. D'après M. Millon, on peut répondre par cette méthode de l'urée à un millième de son poids. L'expérience se fait en une demi-heure et n'exige que quelques grammes d'urine ; quelles que soient les proportions d'urine, de nitrite ou d'urée, les résultats sont invariables ; la présence ou l'absence des substances qu'on peut rencontrer dans l'urine, telles que les acides urique, hippurique, sucre, albumine, etc., n'affectent pas les résultats. Ce procédé, comme on le voit, est très-simple, très-avantageux ; il permet de faire un grand nombre d'analyses à la fois et il est à l'abri des causes d'erreur que le défaut de précautions multipliées et la présence de matières étrangères pourraient occasionner.

Ses résultats sont également très-exacts ; aussi jouit-il d'une préférence méritée.

Le procédé de M. Bunsen présente beaucoup moins de simplicité ; il est fondé sur la décomposition de l'urée en carbonate d'ammoniaque lorsqu'on chauffe sa dissolution aqueuse au-dessus de  $+ 120^{\circ}$  dans un tube fermé à la lampe. Cette décomposition qui commence à  $+ 120^{\circ}$  s'accomplit rapidement ; de  $+ 220^{\circ}$  à  $- 240^{\circ}$ , elle est toujours terminée en trois ou quatre heures. Pour doser l'urée, on chauffe dans un tube scellé un poids donné d'urine mélangé à une dissolution ammoniacale de chlorure de barium ; le carbonate d'ammoniaque de la décomposition de l'urée réagissant sur le chlorure de barium donne lieu à la formation de carbonate de baryte insoluble, dont le poids peut servir à calculer la quantité d'urée. Ce procédé est excessivement long et minutieux ; il exige d'abord la précipitation des sulfates et phosphates de l'urine par le chlorure de barium ammoniacal, l'introduction du liquide dans le tube et le scellé du tube, trois à quatre heures de séjour dans l'huile, plusieurs pesées : aussi est-il peu employé malgré sa précision.

M. Liebig a publié, dans les *Annales de chimie et de physique* de 1853, un nouveau procédé des plus ingénieux et qui, malgré son apparente complication, est plus simple qu'aucun de ceux proposés jusqu'à ce jour. Il est fondé sur ce que l'urée est précipitée par le nitrate de mercure en formant un sel blanc contenant

un équivalent d'urée pour quatre équivalents d'oxyde de mercure ; lorsqu'on ajoute peu à peu à une solution étendue d'urée une solution également étendue de nitrate de mercure, et qu'on neutralise de temps en temps l'acide libre du mélange par l'eau de baryte ou du carbonate de soude, on obtient un précipité blanc floconneux ; en continuant ainsi à ajouter alternativement du sel de mercure et du carbonate de soude tant que le précipité se forme, il arrive un moment où le carbonate de soude détermine, là où tombe la goutte, une coloration jaune ; ceci arrive lorsque toute l'urée a été précipitée et que l'on a par conséquent un léger excès de sel mercurique qui forme avec le carbonate de soude un précipité jaune d'hydrate d'oxyde mercurique ou de sous-nitrate mercurique. Connaissant la composition du précipité blanc qui n'est pas coloré en jaune, connaissant également la quantité de sel mercurique employé à la précipitation complète d'un poids donné d'urine, rien n'est plus facile que de calculer la quantité d'urée précipitée ; il faut donc, avant de procéder à l'analyse, avoir une dissolution titrée de nitrate mercurique.

*Préparation de la solution mercurique titrée.* — On commence par dissoudre 4 grammes d'urée pure dans l'eau et on ajoute de l'eau de manière à former 200 centimètres cubes de liqueur normale d'urée ; 20 centimètres cubes de la solution mercurique titrée doivent précipiter exactement l'urée contenue dans 10 centimètres cubes de cette liqueur normale, ce qui revient à dire que 1 centimètre cube de la solution mercurique doit correspondre à 1 milligramme d'urée ; pour cela, il faut que 10 centimètres cubes de la solution mercurique renferment une quantité d'oxyde de mercure suffisante pour former avec 100 milligrammes d'urée la combinaison renfermant 4 équivalents d'oxyde de mercure ; il y a en outre un léger excès d'oxyde de mercure qui sert à indiquer que la précipitation de l'urée est complète ; la présence de cet excès d'oxyde est un point important dans le dosage. M. Liebig s'est assuré que 10 centimètres cubes de la solution mercurique titrée doivent renfermer 772 milligrammes d'oxyde de mercure, pour indiquer même dans les liqueurs étendues 100 milligrammes d'urée qui n'exigeraient, d'après le calcul, que 720 milligrammes d'oxyde de mercure.

Chaque centimètre cube de la liqueur titrée doit renfermer par conséquent un excès de 0 gr. 0052 d'oxyde de mercure ; ce qu'il y a de plus simple à faire pour préparer la liqueur titrée, c'est de dissoudre à chaud 100 grammes de mercure pur dans l'acide nitrique pur, d'évaporer un bain-marie en consistance sirupeuse et d'ajouter ensuite assez d'eau pour faire 1400 centimètres cubes de liqueur ;

100 centimètres cubes de cette liqueur étendue renferment exactement 7 gr. 14 de mercure métallique; lorsqu'on étend la dissolution mercurique concentrée de manière à l'amener au titre normal, il est bon d'ajouter un peu moins d'eau qu'il n'en faut réellement; de déterminer ensuite le titre et d'ajouter le reste de l'eau; avant d'employer la liqueur mercurique titrée, il est bon de vérifier le titre: pour cela on emploie la solution normale d'urée qui renferme, dans 10 centimètres cubes, 0 gr. 200 d'urée. On peut aussi employer pour la préparation de la solution mercurique titrée le nitrate mercurieux cristallisé, qu'il est facile d'obtenir pur; après l'avoir transformé en nitrate mercurique, on détermine exactement la quantité d'oxyde qu'un volume donné de la dissolution renferme, et l'on étend avec la quantité d'eau nécessaire pour amener le liquide à la concentration normale. Supposons, pour fixer les idées, qu'il s'agisse de déterminer la quantité d'oxyde mercurique que contient une dissolution concentrée de nitrate mercurique, on peut opérer de la manière suivante: on prend 10 centimètres cubes de la dissolution concentrée; on l'étend de quatre fois environ son volume d'eau; d'un autre côté on mesure 10 centimètres cubes de la solution d'urée normale et on y ajoute, à l'aide d'une burette, la solution mercurique diluée approximativement jusqu'à ce qu'une petite portion du mélange, traitée dans un verre de montre dans du carbonate de soude, se colore parfaitement en jaune et indique par conséquent un léger excès de sel mercurique. En supposant qu'il ait fallu 19<sup>cc</sup>,25 de la solution mercurique, il faudrait, dans ce cas, ajouter à . . . . . 192.5 de la solution mercurique . . . . . 7.5 d'eau pour obtenir

Centimètres cubes    200    de liqueur mercurique

normale, dont 20 centimètres cubes précipitent exactement toute l'urée (0 gr. 200), contenue dans 10 centimètres cubes de la liqueur normale d'urée; on peut maintenant verser immédiatement ces 20 centimètres cubes de liqueur mercurique dans 10 centimètres cubes de liqueur normale d'urée. La coloration jaune par le carbonate de soude doit survenir après l'addition de la dernière goutte de nitrate carbonique.

*Dosage de l'urée dans l'urine.* — On commence par préparer un mélange de 2 volumes d'eau de baryte et de 1 volume de solution de nitrate de baryte, les deux liqueurs étant saturées à froid. 1 volume de cette liqueur alcaline étant mélangé avec 2 volumes d'urine, on verse les 3 volumes de liqueur dans un vase à précipité, et après avoir agité on filtre; de la liqueur filtrée on mesure 15 centi-

mètres cubes, correspondant à 10 centimètres cubes d'urine, et on y ajoute, en agitant continuellement et sans neutraliser préalablement, la solution titrée de nitrate mercurique; dès que le précipité ne se forme plus et que la liqueur ne s'épaissit plus, on verse quelques gouttes de la matière, liqueur et précipité dans un verre de montre, dans lequel on fait arriver par le bord quelques gouttes de carbonate de soude; dans le cas où le mélange conserve au bout de quelques minutes sa couleur blanche, on continue à ajouter du nitrate mercurique jusqu'à ce qu'une petite portion de la matière donne, avec le carbonate de soude, une coloration jaune manifeste; chaque centimètre cube de la solution mercurique employée correspond à 0 gr. 010 d'urée. Le procédé qui vient d'être décrit comporte, lorsqu'il est appliqué au dosage de l'urée dans l'urine, deux causes d'erreur qu'il est essentiel d'écarter: la première tient à la concentration de la liqueur et à sa richesse en urée; le titre de la solution mercurique est calculé en vue d'une solution d'urée renfermant 2 p. 100 d'urée (0 gr. 200 d'urée dans 10 centimètres cubes); 15 centimètres cubes de la solution normale d'urée exigent, pour la précipitation complète de l'urée, 30 centimètres cubes de la solution mercurique; on obtient ainsi 45 centimètres cubes de mélange; ces 30 centimètres cubes renferment un excès d'oxyde de mercure  $= 30 \times 5^{mm}, 2 = 0 \text{ gr. } 156$ ; par conséquent chaque centimètre cube de mélange renferme un excès de 0 gr. 00347 d'oxyde de mercure. Cet excès est nécessaire pour produire la coloration jaune; il serait trop considérable dans le cas où la solution renfermerait 4 pour 100 d'urée, par exemple. En effet, si, pour précipiter complètement 15<sup>cc</sup> de cette solution, on ajoute 60<sup>cc</sup> de solution mercurique, on obtient 75<sup>cc</sup> de mélange dans lequel on trouverait un excès de 0 gr. 32016 d'oxyde, soit 0<sup>mm</sup>. 69, de plus qu'il est nécessaire pour produire la coloration jaune; au lieu d'ajouter 60<sup>cc</sup> (comme l'exigerait la théorie) il ne serait nécessaire en réalité que d'y ajouter 59<sup>cc</sup> 27 de solution mercurique. L'expérience d'ailleurs bien conduite ferait par conséquent commettre une faute en indiquant moins d'urée qu'il n'y en a en réalité; on corrige cette cause d'erreur en ajoutant avant de faire l'essai définitif pour 15<sup>cc</sup> d'urine, une quantité de centimètres cubes d'eau égale à la moitié de la différence entre le nombre de centimètres cubes de la solution mercurique qu'il a fallu ajouter dans un essai préalable et 30<sup>cc</sup>. Dans le cas, par exemple, où il aurait fallu ajouter 50<sup>cc</sup> de solution mercurique pour obtenir la coloration jaune, il faudrait recommencer l'essai, après avoir ajouté préalablement aux 15<sup>cc</sup> d'urine 10<sup>cc</sup> d'eau. On conçoit que la même cause d'erreur se présente en sens inverse lorsque l'urine renferme moins de

2 pour 100 d'urée; à 15 centimètres d'une urine renfermant seulement  $\frac{1}{100}$  d'urée, il faudrait ajouter non pas 15 centimètres de solution mercurique, mais bien  $15^{\circ}$ , 3; pour corriger cette erreur qui ferait évaluer la proportion d'urée trop haut, il faut retrancher de la somme des centimètres cubes de solution mercurique ajoutée à l'urine pauvre en urée autant de fois  $0^{\circ}$ , 1 que le nombre 5 est contenu dans la différence entre  $30^{\circ}$  et le nombre de centimètres cubes employés. Lorsque, par exemple, on a ajouté à  $15^{\circ}$  d'urine,  $25^{\circ}$  de solution mercurique, la quantité d'urée qui est contenue réellement dans la liqueur ne correspond qu'à  $24^{\circ}$ , 9 ou est égale, par conséquent, à 0 gr. 249 au lieu de 0 gr. 250. Une autre cause d'erreur lorsqu'on applique le procédé décrit par M. Liebig au dosage de l'urée dans l'urine, est relative à la présence du chlorure de sodium dans l'urine. Une série d'expériences a appris à cet égard que lorsque l'urine renferme de 1 à 1,50 pour 100 de sel marin, cette circonstance exerce une influence sur le dosage de l'urée; lorsqu'on ajoute à  $10^{\circ}$  d'une solution d'urée pure  $20^{\circ}$  de la solution mercurique, le carbonate de soude produit dans ce mélange une coloration jaune manifeste; si l'on ajoute au mélange 0 gr. 100 à 0 gr. 200 de sel marin, le carbonate de soude ne produit plus de coloration jaune; pour la déterminer il faut ajouter un excès de  $\frac{1}{2}$  à  $\frac{2}{3}$  de solution mercurique, et par conséquent l'essai indiquera 0 gr. 015 à 0 gr. 020 d'urée de plus que la liqueur ne renferme. Il est facile de remonter à la cause de ces phénomènes: le chlorure de sodium contenu dans la solution d'urée change en chlorure mercurique une portion correspondante de nitrate mercurique, et comme un mélange de sublimé et d'urée n'est pas précipité par le carbonate de soude, il est clair qu'il faut ajouter un excès de nitrate pour que la coloration jaune apparaisse. Ces conditions se rencontrent précisément dans l'urine, qui renferme du chlorure de sodium; aussi la proportion d'urée serait-elle évaluée trop haut dans l'urine, si l'on ne faisait subir une correction aux résultats. Voici ce que M. Liebig conseille de faire: lorsque l'urine renferme de 1 à  $\frac{1}{2}$  pour 100, on trouve le nombre exact de milligrammes d'urée contenue dans  $10^{\circ}$  de cette urine, en retranchant  $2^{\circ}$  du volume de la solution mercurique employée. Lorsqu'il s'agit simplement d'essais comparatifs sur la quantité d'urée contenue dans diverses urines, dans lesquelles le chlorure de sodium peut varier dans certaines limites peu étendues, les résultats par la méthode décrite sont comparables entre eux; seulement dans l'évaluation absolue de la quantité d'urée on commet une faute qui, non corrigée, peut s'élever de 0 gr. 015 à 0 gr. 020; dans le cas, au contraire, où il s'agit de la détermination précise de la quantité d'urée conte-

nue dans une urine, il faut commencer par précipiter le chlorure et transformer le chlorure de sodium en nitrate en versant dans la liqueur du nitrate d'argent.

L'urée est un des éléments indispensables à la constitution de l'urine ; c'est le principe constituant qui s'y trouve en proportion la plus considérable, puisque dans l'état physiologique la moyenne des matériaux solides de l'urine étant de 32 à 36 grammes dans les vingt-quatre heures, l'urée y entre à elle seule pour 18 à 20 grammes. L'urée est un produit excrémentiel résultant de l'oxydation des matières azotées de l'économie ; c'est sous cette forme que la majeure partie de l'azote, ayant rempli son rôle dans l'économie, se trouve expulsée. L'urée ne provient pas probablement des aliments, mais de la substance protéique déjà formée : ce qui tendrait à le prouver, c'est le fait de cet aliéné qui, étant resté dix-huit jours sans manger, avait dans l'urine une même quantité d'urée que l'homme à l'état sain. Nous devons à M. Lecanu des considérations intéressantes sur l'urée. D'après lui, des quantités d'urée que des individus secrètent dans des temps égaux, dans des conditions d'existence différentes, sont très-variables ; les chiffres oscillent depuis 33 grammes jusqu'à moins de 12 grammes par vingt-quatre heures. Les quantités d'urée se rapprochent pour des individus dans des conditions analogues d'âge, de sexe et de nourriture ; les quantités d'urée sont beaucoup plus considérables chez les hommes dans la force de l'âge que chez les femmes, les vieillards et les enfants, et plus considérables chez les femmes que chez les vieillards et les enfants ; les moyennes trouvées sont :

|      |                                 |
|------|---------------------------------|
| 28   | chez les hommes,                |
| 19   | chez les femmes,                |
| 8    | chez les vieillards,            |
| 13   | chez les enfants de huit ans,   |
| 4.50 | chez les enfants de quatre ans. |

L'urine des enfants en bas âge ne contient pas sensiblement d'urée.

Ces chiffres sont un peu élevés d'après M. Lecanu lui-même, qui les avait calculés en se basant sur ce que le nitrate d'urée est anhydre, tandis qu'il contient, d'après M. Regnault, un équivalent d'eau qui correspond à

|       |                   |
|-------|-------------------|
| 43.78 | d'acide nitrique, |
| 48.94 | d'urée,           |
| 7.28  | d'eau,            |

au lieu de. . . . . 46.93 d'acide nitrique,  
53.07 d'urée.

M. Becquerel donne les chiffres suivants pour les moyennes de l'urée par vingt-quatre heures :

|                 |    |
|-----------------|----|
| Hommes. . . . . | 18 |
| Femmes. . . . . | 15 |

La quantité d'urée sécrétée en différentes fois vingt-quatre heures par un même individu restant sensiblement égale tant que l'individu est dans les mêmes conditions d'existence, la sécrétion d'urée ne paraît pas être favorisée par le passage au travers de l'appareil urinaire d'une très-grande quantité d'eau ; les quantités d'urée ne sont pas toujours en rapport avec la quantité des urines, quoique les urines riches en urée soient généralement plus denses que celles qui en renferment peu.

M. Millon n'est pas arrivé tout à fait aux mêmes résultats que M. Lecanu ; il a cru trouver une loi empirique indiquant que les deuxième et troisième chiffres après la virgule, représentant la densité de l'urine, exprimaient assez exactement la quantité d'urée que contiennent 1,000 grammes d'urine. Cette loi ne serait applicable qu'à l'urine de l'homme en santé et dans des conditions normales de régime. Exemple :

Urine à + 15°

|                  |                   |
|------------------|-------------------|
| Densité. . 1,026 | 25 gr. 80 d'urée. |
| » 1,011          | 41 » 39 »         |
| » 1,046          | 4 » 39 »          |
| » 1,027          | 29 » 72 »         |
| » 1,011          | 10 » 60 »         |

L'urée étant, comme les globules sanguins, sécrétée en plus grande abondance chez les hommes que chez les femmes, et chez celles-ci que chez les enfants et les vieillards, M. Lecanu s'est demandé si la force des individus ne pouvait pas être annoncée aussi bien par l'abondance de l'urée que par celle des globules. Nous verrons plus loin, avec M. Bouchardat, que l'urée est en proportion des aliments azotés ingérés. Ne serait-il pas plus juste d'attribuer à la quantité

plus forte d'aliments que l'homme prend, la prédominance de l'urée dans ses urines ?

L'urée dans l'état pathologique a été surtout examinée par M. Bocquereel. Il est rare, d'après lui, que l'urée dépasse les limites physiologiques, quelquefois cependant cela arrive. M. Bouchardat a observé un cas de polyurie où la quantité d'urée rendue dans les vingt-quatre heures montait à 134 grammes ; la loi générale dans les maladies capables d'altérer les produits de la sécrétion urinaire est plutôt la diminution de l'urée. Dans les maladies fébriles, du foie, etc., où les urines sont denses, colorées, la moyenne a été de 9 grammes pour les vingt-quatre heures ; chez les individus affaiblis par les pertes de sang ou l'existence d'une longue maladie, la moyenne n'a été que de 7 grammes environ.

#### DE L'ACIDE URIQUE.

L'acide urique est un des corps les plus utiles à étudier qui entrent dans la constitution de l'urine ; non pas qu'il y existe en quantité considérable. S'il mérite toute notre attention, c'est que sa présence donne lieu souvent à des indications pathologiques très-importantes ; l'acide urique a pour composition  $C^{10}Az^4H^4O^6$  ; il a été découvert par Schéele d'abord dans des calculs, puis dans l'urine elle-même ; il n'existe pas généralement dans l'urine des herbivores, il forme au contraire la presque totalité des urines des oiseaux et des serpents ; l'acide urique est sans odeur ni saveur ; il exige environ quinze cents fois son poids d'eau froide pour se dissoudre ; il est peu soluble dans l'eau bouillante ; il est insoluble dans l'alcool et l'éther ; c'est à peine s'il rougit le tournesol humide ; il se combine avec toutes les bases ; les urates alcalins sont seuls solubles dans l'eau ; sa capacité saturante pour les bases est tellement faible qu'on le considère à juste titre comme le plus faible des acides ; soumis à la distillation sèche, l'acide urique donne plusieurs produits, parmi lesquels on distingue le cyanogène, l'acide cyanhydrique, l'acide cyanique, le carbonate d'ammoniaque et l'urée ; lorsqu'on le fait bouillir avec de l'eau tenant en suspension de l'oxyde puce de plomb, on observe un dégagement d'acide carbonique et on trouve dans la liqueur de l'allantoïne, de l'urée, de l'acide oxalique ; on a pensé que dans le système capillaire l'acide urique pouvait s'oxyder par une réaction analogue et former de l'urée, qui est un produit d'oxydation plus élevé ; l'augmentation de l'urée dans l'urine après l'absor-



ption de l'acide urique tendrait à le prouver ; l'acide urique traité par l'acide nitrique donne de l'alloxane ; l'alloxane et ses dérivés sous l'influence de l'ammoniaque donnent naissance au murexide, produit d'une couleur violette magnifique. Cette réaction fournit, comme nous le verrons, un excellent moyen de reconnaître l'acide urique. D'après M. Ritsche, l'acide sulfurique concentré et chaud dissout l'acide urique, et peut même s'unir en proportion définie avec cet acide ; l'eau décompose cette combinaison et en sépare les deux acides ; l'acide urique, à peine soluble dans l'acide sulfurique dilué, se dépose en presque totalité ; cette propriété fournit un moyen d'extraire l'acide urique des calculs. L'acide urique est insoluble à froid dans l'acide chlorhydrique ; il est soluble dans l'acide nitrique en excès ; l'acide urique est un produit excrémentiel résultant comme l'urée de la combustion des matières azotées ; c'est un produit évidemment moins brûlé que l'urée puisque celle-ci n'est représentée que par de l'acide carbonique et de l'ammoniaque.

C'est pourquoi on voit l'acide urique dominer aux dépens de l'urée dans les animaux qui, dans un temps donné, développent le moins de chaleur, tels que les reptiles ; c'est pourquoi aussi chez les hommes adonnés à un repos continu ou à une nourriture fortement azotée, dont l'alimentation est mal réglée ou trop abondante, l'acide urique est en excès, tandis que l'urée diminue. Dans les recherches qui ont été faites jusque dans ces derniers temps sur l'acide urique, les auteurs n'ont pas établi de distinction suffisante entre l'acide urique libre et celui provenant de la décomposition des urates ; ils ont considéré dans leurs analyses comme acide urique, non-seulement l'acide urique, mais encore les urates ; les expérimentateurs modernes, parmi lesquels nous citerons surtout MM. Robin et Verdeil, aidés du microscope, ont démontré que l'acide urique libre était rare dans l'urine, et que ce qui était considéré comme tel était la plupart du temps de l'urate de soude uni à de petites quantités d'urates d'ammoniaque, de chaux et de magnésie. Les résultats des premiers chimistes seraient donc entachés d'erreur ; mais cette proposition, qui est vraie dans la forme, l'est-elle au fond ? On attache, selon-nous, trop d'importance, surtout au point de vue pathologique, à cette distinction entre l'acide urique et les urates : d'abord, l'acide urique ayant un pouvoir saturant très-faible, les urates contiennent une quantité de base trop minime pour avoir une importance pathologique ; de plus, les urates ne sont-ils pas au même degré que l'acide urique la manifestation de ces différents états de l'économie caractérisés par la présence de l'acide urique, et qui, portés à un degré général et élevé, prennent le nom de diathèse urique ? Nous considérerons

donc comme suffisamment exacts au point de vue pathologique les résultats obtenus jusque dans ces derniers temps. Néanmoins, nous suivrons le progrès de la science, et nous ferons dans l'étude physiologique de l'acide urique la part qui revient à l'acide libre, et celle qui revient aux autres; nous étudierons, lorsque nous traiterons de l'acide urique libre, les procédés microscopiques qui ont aidé à faire son étude; mais, avant de commencer cette étude, nous donnerons les procédés analytiques qui ont servi jusqu'à ce jour aux chimistes pour doser l'acide urique. Nous avons vu dans le dosage de l'urée, par M. Lecanu, que l'on réduisait l'urine en consistance sirupeuse et qu'on la traitait par l'alcool; on obtient ainsi d'une part l'urée qui se dissout dans l'alcool, de l'autre un résidu composé de l'acide urique, des urates et des sels. C'est de ce résidu insoluble dans l'alcool qu'on obtient l'acide urique; pour cela, on le délave dans un mortier de verre, avec de l'acide chlorhydrique dilué pur. L'acide chlorhydrique froid et dilué ne dissout pas sensiblement l'acide urique, il dissout au contraire immédiatement tous les sels alcalins et terreux qui sont à l'état d'hydrates, plus la majeure partie de la matière colorante et extractive de l'urine; il décompose les urates en précipitant l'acide urique; l'acide urique resté en suspension est séparé par le filtre; on lave le dépôt avec une petite quantité d'eau froide; on détache l'acide urique à l'état d'hydrate, au moyen d'un couteau à lame flexible; on le dessèche au bain-marie et on le pèse; l'acide urique se présente alors sous forme de poudre, d'un blanc grisâtre, amorphe; il entraîne une petite quantité de mucus; cette quantité est insignifiante, comme on peut s'en assurer en dissolvant l'acide dans un alcali. L'acide urique ainsi obtenu comprend, on le voit, non-seulement l'acide libre, mais celui de la décomposition des urates, qui, comme nous l'avons dit, en renferment la majeure partie; c'est de l'acide ainsi obtenu que les auteurs ont parlé jusqu'ici dans leurs analyses pathologiques. Lorsqu'il ne s'agit que de reconnaître qualitativement l'acide urique, on peut le faire d'une manière élégante et rigoureuse, au moyen du procédé Proust: on met dans un verre de montre un peu de la matière à essayer; on y verse quelques gouttes d'acide nitrique; on chauffe avec précaution le résidu; ce résidu devient rose; si on ajoute alors une goutte d'ammoniaque, il devient d'un beau pourpre qui est caractéristique.

*De l'acide urique libre.* — Nous avons dit déjà que l'acide urique libre était réellement en faible proportion dans l'urine; il arrive même, et ce cas est fréquent, d'après MM. Robin et Verdeil, qu'il n'y existe pas; disons toutefois que ceci ne s'applique qu'à l'urine physiologique, et que dans les cas pathologiques assez

nombreux l'acide libre existe en proportion sensible. C'est ce qui se présente notamment dans la gravelle urique et dans la majeure partie des calculs uriques. Il existe également à l'état normal après l'emploi des substances excitantes, telles que le café noir, les vins mousseux, une nourriture fortement azotée. Insistons sur ce point, que dans tous ces cas sa présence n'est qu'accidentelle. L'acide urique pur n'existe que cristallisé dans l'urine ; il se précipite toujours en cristaux assez bien formés, souvent visibles à l'œil nu et à la loupe, comme dans la gravelle, mais qui ne peuvent être bien étudiés qu'à l'aide du microscope. Il s'y présente sous différentes formes, qui toutes sont des modifications plus ou moins grandes de la forme rhomboïdale (Voir les figures dans l'Atlas de MM. Robin et Verdeil). Le plus souvent ce sont de belles lames rhomboïdales d'un jaune brun, comme la gomme laque, minces et transparentes ; quelquefois les cristaux ont une teinte jaune rougeâtre, et les faces latérales, vues obliquement, prennent la couleur de la terre de Sienne. Les formes des cristaux de l'acide urique sont rarement tout à fait régulières ; ils ont, en général, leurs bords un peu arrondis, surtout les angles obtus, en sorte qu'ils sont quelquefois presque ovales ; l'angle obtus est quelquefois remplacé par un angle rentrant, soit qu'il y ait groupement de deux cristaux dans leurs angles aigus, soit qu'il y ait déformation particulière ; les cristaux isolés sont rarement les plus nombreux ; ils sont ordinairement groupés plusieurs ensemble, soit par leurs angles aigus, soit par leurs angles obtus, soit en croix, soit en groupements plus compliqués, représentant des plaques plus ou moins ramifiées, quelquefois des sphères, plus souvent des rosaces régulières ou irrégulières, quelquefois stelliformes. L'acide urique libre ne commence à paraître dans l'urine que dans la première enfance ; sa présence chez l'homme offre des intermittences. M. Robin pense même que, lorsqu'elle se manifeste pendant longtemps, elle indique une maladie des reins, ou une affection générale ; ce fait montre que l'acidité de l'urine ne doit pas lui être attribuée. M. Liebig, en effet, a démontré qu'elle était due au phosphate acide. Ce n'est pas à lui non plus qu'il faut attribuer la coloration de l'urine, car l'acide urique pur en dissolution est incolore.

Une fois formés, les cristaux d'acide urique libres ne peuvent se dissoudre qu'à la température de l'urine bouillante. Les urates se dissolvent à 40°. Cette propriété, ainsi que le remarque M. Donné, peut servir à distinguer l'acide urique des urates. Les dépôts sédimenteux gris, roses, briquetés, amorphes que l'on rencontre dans l'urine acide à la suite de marches forcées, de pyrexies, d'inflammations, ne sont pas de l'acide urique, mais des urates, principalement de l'urate de

soude. C'est surtout au sujet de ces dépôts que se sont partagés les savants. Les uns, comme M. Becquerel, les ont considérés comme de l'urique uni à une petite quantité de matière animale et de matière colorante ; ils se sont basés sur la petite quantité d'alcali qui accompagne ces dépôts, sur ce que ces dépôts, soumis à la chaleur prolongée, se dissolvent et laissent déposer une partie de l'acide urique à l'état cristallin. Les autres, comme MM. Donné, Rayer, Ch. Robin et Verdeil, pensent avec raison qu'ils sont composés d'urate de soude, plus une faible proportion des autres urates solubles, et seulement d'une quantité minime d'acide urique libre qu'on rencontre sous forme de cristaux isolés. Ils se fondent d'abord sur la solubilité de ces dépôts, comparée à celle de l'acide urique, sur l'analyse chimique qui démontre la présence de la soude, de la potasse, de la magnésie, sur son état amorphe ; l'acide urique libre, en effet, se dépose toujours à l'état cristallin ; sur ce que, par l'évaporation dans le sel de l'urine, ce sont des urates pulvérulents qui se déposent, tandis que si c'était de l'acide urique qui était en dissolution, il se déposerait à l'état cristallin. L'analyse microscopique confirme aussi cette opinion ; en effet, si on place une petite quantité de ce dépôt sous le champ du microscope, et qu'on y fasse pénétrer une goutte d'acide acétique, on voit se détacher de ce dépôt amorphe, à mesure que la dissolution s'opère, de petits cristaux qui naissent sous l'œil de l'observateur ; ces cristaux d'abord petits s'accroissent et grandissent, et bientôt on leur reconnaît la forme losangique ou ovale des cristaux d'acide urique dont ils ne diffèrent que par la transparence, le défaut de coloration, le volume plus petit. Ils ne peuvent être formés que par décomposition des urates, et confirment ainsi l'opinion que les dépôts sédimenteux ne sont formés que d'urates.

Les urates contenus dans l'urine sont l'urate de soude neutre, l'urate acide, l'urate de potasse, l'urate de chaux et l'urate de magnésie. C'est l'urate de soude neutre qui existe en plus grande quantité dans l'urine ; c'est lui qui forme la presque totalité des dépôts sédimenteux acides. On le trouve au contraire rarement dans les calculs ; il forme souvent le sable vésical et rénal ; il cristallise lorsqu'il est pur, mais dans l'urine il ne cristallise pas, ce qui tient, d'après Heintz, à ce que l'urate d'ammoniaque l'accompagne toujours, et que ces deux sels, qui cristallisent séparément, ne cristallisent pas lorsqu'ils sont unis. Les sédiments pulvérulents d'urate de soude se présentent au microscope sous forme de granules noirâtres en raison de leur opacité, sphéroïdaux ou un peu allongés à leurs extrémités. Leur périphérie est nette, noire ou brunâtre ; leur centre brun jaunâtre. La proportion de l'urate de soude dans l'urine n'a pas encore été déterminée. On comprend la difficulté d'une telle

analyse ; l'urate de soude est facilement décomposé par les acides même faibles, tels que l'acide acétique qui en précipite l'acide urique. Ce moyen est, avec la cristallisation, le seul capable de déterminer la nature des dépôts sédimenteux acides.

L'urate acide de soude existe dans l'urine normale ; rarement on le trouve dans les dépôts sédimenteux ; lorsqu'il s'y trouve, les cristaux se présentent sous forme de petits groupes de 8 à 15 aiguilles de petites dimensions, jaunâtres ou brunâtres, droites ou un peu courbes, simplement entrecroisées ou fixées sur des granulations amorphes. Leur diamètre est de  $\frac{3}{100}$  de millimètre. C'est son mode de cristallisation qui le distingue de l'urate neutre avec lequel il avait toujours été confondu.

L'urate de potasse n'a été signalé dans l'urine et les calculs qu'en très-petite quantité ; il en est de même de l'urate d'ammoniaque. C'est à l'urate de soude qu'il faut appliquer presque tout ce qui a été dit de l'urate d'ammoniaque ; il entre dans la combinaison des sédiments, où il est uni à l'urate de soude et quelquefois dans les calculs urinaires. La détermination de l'urate d'ammoniaque est difficile. Pour savoir si un dépôt sédimenteux ou un calcul en contient, on fait dissoudre la substance dans quantité suffisante d'eau bouillante pour qu'elle cristallise par refroidissement. On l'observe alors sous formes d'aiguilles longues extrêmement délicates, transparentes d'abord, puis opaques, disposées généralement en éventail, s'irradiant autour d'un point central. (Bigelow). On peut encore traiter la substance par un peu de potasse ; elle laisse dégager de l'ammoniaque.

L'urate de chaux existe probablement dans l'urine, mais sa présence y est douteuse. L'urate de magnésie n'a été trouvée que dans des calculs, où sa proportion est quelquefois assez forte. M. Bigelow a même trouvé des couches entièrement formées de ce sel. Pour le reconnaître, on s'assure d'abord de la présence de la magnésie et de celle de l'acide urique par l'analyse chimique. On fait alors l'examen microscopique en faisant déposer dans l'eau bouillante l'urate qui cristallise par refroidissement. Les cristaux appartiennent au système rectangulaire droit. Rarement la forme type existe, presque toujours elle est taillée en biseau aux dépens des faces ou des arêtes. En général il se trouve en petites lamelles rectangulaires courtes ou allongées. Les lamelles ou aiguilles sont incolores et groupées soit parallèlement, soit en éventail, soit en sphère (Voir pour les figures l'atlas de MM. Ch. Robin et Verdeil).

Étudions maintenant les variations physiologiques et pathologiques de l'acide urique, et faisons remarquer qu'à ce point de vue particulier nous confondons

sous le même nom d'acide urique tant l'acide libre que les urates, qui sont une même manifestation de l'excès ou de la diminution de l'acide urique.

Les chiffres que nous donnerons ont été obtenus par le procédé de M. Lecanu, que nous avons développés plus haut.

D'après M. Lecanu, les quantités d'acide urique que des individus de sexe et d'âge différents, soumis à des genres d'alimentation différents, à des influences extérieures différentes, ont rendues, dans l'espace de vingt-quatre heures, ont varié de 0 gr.,089 à 1,575. D'après M. Becquerel, la moyenne de l'acide urique chez des individus dans des conditions de santé parfaite a été en moyenne de 0,465 pour les hommes, 0,557 pour les femmes, en moyenne pour les deux sexes, 0,526; la différence en faveur des femmes n'a pas été constante. La moyenne serait donc entre 0,4 et 0,6, et comme le montrent les analyses de M. Lecanu, elle pourrait varier, dans une limite beaucoup plus étendue. La quantité d'acide urique sécrétée n'est pas en rapport avec le sexe et l'âge; elle n'est pas non plus en rapport constant pour un même nombre de jours. La quantité d'acide urique sécrétée par des individus différents n'est pas, d'après M. Lecanu, en rapport avec la quantité d'urine que rendent ces individus. Dans les cas de gravelle urique, le passage au travers de l'appareil urinaire, d'un volume considérable d'eau, conseillé du reste par tous les praticiens, offre donc d'autant plus d'avantage, que, sans en activer, sans en favoriser la sécrétion, il tend à maintenir en dissolution l'acide urique sécrété.

A l'état pathologique l'acide urique se manifeste sous différentes formes, suivant sa quantité.

*Diminution.* — Lorsqu'il y a diminution, les urines sont peu foncées en couleur; leur densité est inférieure à celle de l'état normal; ce qui est dû, non à la diminution seule de l'acide urique, mais à ce que les autres éléments chimiques tenus en dissolution sont également diminués d'une manière relative et généralement même absolue. Dans certains troubles fonctionnels ou un état fébrile où l'eau est très-diminuée, le contraire peut avoir lieu; la présence de l'albumine peut aussi faire varier la règle. Ces urines ne déposent jamais de sédiments tant qu'elles sont acides, ni spontanément, ni par l'addition d'acide nitrique. La diminution peut varier entre 0 gr. 100 et 0 gr. 300; elle coïncide généralement avec un état chlorotique ou anémique, une grande débilité, suite de couches, de maladie, etc.

*Augmentation.* — L'augmentation de l'acide urique dans l'urine se présente

sous des apparences très-variées, dont la manifestation la plus élevée est le calcul urique.

Quatre cas peuvent se présenter :

1° L'urine reste transparente ;

2° Il se forme un dépôt par addition d'une petite quantité d'acide nitrique ;

3° Ces dépôts se forment spontanément ;

4° L'acide urique, au lieu de se déposer sous forme de poussière très-ténue ou amorphe, s'agglutine pour former de petits grains, connus sous le nom de gravelle, ou des calculs quelquefois volumineux.

Les caractères communs à ces différentes manifestations de l'augmentation de l'acide urique sont les suivants : l'urine est très-acide ; elle est très-colorée ; la densité est augmentée, à moins que l'excès d'acide ne se manifeste chez des individus débilités, ce qui est rare.

*Premier cas.* — L'urine est transparente.

Ses caractères sont les suivants : augmentation de la coloration, de la densité, de l'acidité. Ces urines laissent déposer souvent des sédiments en hiver : c'est ce qui explique pourquoi les urines sédimenteuses sont plus fréquentes dans cette saison que dans l'été. Ces urines ne sont pas assez chargées d'acide pour précipiter par l'acide nitrique. Elles appartiennent à des individus sur la limite des conditions physiologiques, comme après un repas copieux, l'abus des spiritueux, un repos prolongé.

*Deuxième cas.* — Il y a augmentation plus grande que dans le cas précédent ; les caractères physiques sont les mêmes. Seulement il y a formation d'un précipité par l'acide nitrique. Ce précipité est dû probablement à la décomposition par l'acide des urates qui, comme nous l'avons déjà dit, forment la majeure partie de l'acide urique de l'urine. Ce précipité se forme plus ou moins rapidement, quelquefois après deux ou trois minutes seulement ; ce qui tient, soit à la consistance de l'urine, soit à du mucus qui le retient même quelquefois suspendu. Il peut être plus ou moins abondant, suivant la quantité d'urates contenus dans l'urine. Ce précipité est soluble par la chaleur, et est également soluble dans un excès d'acide nitrique ; son aspect est grenu, sa coloration en rapport avec celle de l'urine. Examiné au microscope, il se présente sous forme de petits grains, tantôt amorphes, tantôt cristallins, et alors en lames losangiques ou prismes rhomboïdaux colorés, présentant plus ou moins de régularité. Lorsqu'on obtient un précipité dans une urine par l'acide nitrique, il faut bien étudier sa nature ; car il arrive souvent que

l'on confond l'acide urique avec l'albumine, et *vice versâ*. On les distingue facilement à leur aspect : l'acide urique a l'apparence d'une poudre amorphe assez pesante ; de plus il se dissout lorsqu'on chauffe l'urine. L'albumine, au contraire, est en magma, et sa proportion augmente plutôt qu'elle ne diminue par la chaleur. Les urines qui déposent de l'acide urique indiquent évidemment une proportion déjà élevée d'acide. Quelquefois même elles en contiennent autant que celles qui déposent spontanément. On ne peut alors expliquer pourquoi les unes déposent et les autres ne déposent pas. La plus grande proportion d'urates solubles n'en serait-elle pas la cause ?

*Troisième cas.* — L'augmentation de l'urine peut être telle qu'elle se précipite spontanément, soit par refroidissement, soit après quelques heures. M. Becquerel a trouvé dans ces urines depuis 0 gr. 700 jusqu'à 1 gr. 700 pour vingt-quatre heures. Ces cas se présentent dans certaines perturbations physiologiques : colère, hystérie ; le plus souvent après l'abus d'une nourriture fortement excitante, dans la fièvre, les affections pulmonaires du cœur, du foie, etc.

Dans ces urines, les phénomènes de coloration, d'acidité, de densité, sont portés à un degré encore plus élevé que dans les précédents. Presque toujours ces dépôts coïncident avec une quantité d'eau beaucoup au-dessous de la moyenne 650 grammes (Becquerel) ; l'urine qui doit laisser déposer l'acide précipite généralement par l'acide nitrique.

Ces dépôts ne se font pas toujours immédiatement ; quelquefois ils sont immédiats au refroidissement ; quelquefois ils n'apparaissent que quelques heures après ; plus rarement ils se font dans la vessie, d'où l'urine alors sort trouble. Les sédiments varient d'aspect, suivant qu'ils sont accompagnés ou non de mucus et que l'urine est limpide ou visqueuse. Lorsque l'urine est claire, le dépôt est compacte et pulvérulent ; lorsqu'il est accompagné de mucus, l'urine reste trouble et le dépôt est sale et inégal, ou séparé en deux couches, l'inférieure de mucus, la supérieure d'acide.

Les sédiments varient de coloration ; on en trouve de gris, de roses, de brisés, de rouge sang. Cela tient à la présence d'une plus ou moins grande proportion de matière colorante qui, d'après M. Becquerel, se combine à l'acide urique au moment du dépôt ; les sédiments sont, comme nous l'avons dit, formés d'urates, surtout d'urate de soude ; ils sont solubles par une chaleur de 40 à 50 degrés ; l'acide nitrique en sépare l'acide urique et en excès les dissout complètement.

*Quatrième cas.* — La quatrième forme qu'affecte l'acide urique dans l'urine est



celle de concrétions qui, selon leur volume, prennent le nom de sable, gravelle, calculs. Les sables, graviers, calculs, sont une même manifestation à un degré différent d'une disposition de l'économie à produire une quantité anormale d'acide urique qui se dépose sous forme de grains cohérents entre eux.

Le sable urique se forme dans le rein ou la vessie qui l'expulse en même temps que l'urine. On l'y retrouve sous forme de petites paillettes ou grains de forme arrondie, ayant une couleur jaune, rouge ou briquetée; il est constitué, tantôt par de l'acide urique libre, tantôt par des urates. Ces petits sables, en grossissant par l'adhérence successive de grains entre eux, forment les graviers. Ceux-ci, plus rares que le sable, sont formés le plus souvent de couches concentriques distinctes. Quelquefois aussi ils ont l'aspect de grains agglomérés. Leur volume varie depuis une tête d'épingle à un grain de millet. La majeure partie des graviers qu'on trouve dans l'urine sort de l'acide urique. Sur 100 cas de gravelle, M. Lecanu en a trouvé 79 de gravelle urique. L'acide est tantôt à l'état d'urate, tantôt à l'état libre dans les graviers. Leur nombre est variable; il est, en général, en raison inverse de leur grosseur. Quelquefois on en trouve des milliers. Les graviers d'acide urique cristallisés sont plus durs que ceux d'urate de soude. Les graviers d'acide urique se déposent rapidement au fond des vases où l'on reçoit l'urine; ils sont quelquefois difficilement solubles dans l'eau; les alcalis les dissolvent toujours.

Lorsque les graviers prennent le volume d'un grain de millet, on leur donne le nom de calculs. Les calculs d'acide urique sont de beaucoup les plus fréquents. Les calculs d'acide pur dépassent rarement le volume d'une noisette. Lorsqu'ils sont plus gros, ils sont généralement formés de couches alternantes d'acide et d'autres substances telles qu'oxalate et phosphate de chaux, phosphate ammoniac-magnésien, etc.; leur nombre varie; ils peuvent être seuls; lorsqu'ils y en a plusieurs, ils sont souvent articulés de facettes qui sont un moyen précieux de diagnostic; leur couleur varie du jaune chamois au jaune doré, au rouge brique, au brun, etc. Les calculs d'acide urique servent souvent de noyaux à d'autres calculs; souvent aussi l'acide urique forme des couches concentriques à d'autres calculs.

Les calculs ou couches d'acide urique sont les plus durs après ceux d'oxalate de chaux.

Les calculs d'acide urique sont formés le plus souvent d'acide libre. On y trouve quelquefois de l'urate d'ammoniaque et de l'urate de magnésie.

L'urate d'ammoniaque a été trouvé seul dans des calculs.

L'acide urique se reconnaît facilement dans un calcul à sa couleur, à ses couches concentriques, à sa dureté, à sa réaction par l'acide nitrique et l'ammoniaque, à son aspect sous le microscope, lorsque surtout on l'a dissous dans l'eau bouillante et qu'on le laisse cristalliser.

Pour reconnaître l'urate d'ammoniaque dans un calcul, on le traite par l'acide acétique; on évapore la solution et on y ajoute de la potasse qui dégage l'ammoniaque; l'acide urique est constaté dans un autre essai.

Pour l'urate de soude on calcine le calcul; si la cendre est alcaline, on la traite par l'acide acétique dilué et on différencie la soude de la potasse par les procédés ordinaires.

Pour examiner les urates au microscope, on en fait dissoudre une petite portion dans une quantité suffisante d'eau bouillante pour qu'ils cristallisent en refroidissant. On les reconnaît alors à la forme des cristaux que nous avons décrits plus haut.

#### ACIDE HIPPIRIQUE ( $C^8 H^8 \Delta z O^5, Ho$ ).

Nous plaçons ici l'histoire de l'acide hippurique, qui présente de grandes analogies avec celle de l'acide urique; il est aux herbivores ce que l'acide urique est aux carnivores; il forme des hippurates comme l'acide urique forme des urates. Son histoire avait été considérée jusqu'ici comme appartenant à la pathologie de l'urine; c'est à M. Liebig qu'on doit d'avoir montré que l'acide hippurique existe toujours à l'état normal dans l'urine.

L'acide hippurique est, comme l'acide urique, généralement à l'état d'hippurates. C'est un acide peu soluble dans l'eau, plus soluble à chaud qu'à froid; très-soluble dans l'alcool, propriété que ne partage pas l'acide urique, moins soluble dans l'éther. Soumis à la chaleur, il fond et donne naissance à un produit résineux, puis charbonneux, à de l'acide cyanhydrique, et à une importante sublimation d'acide benzoïque. L'odeur de benzoïn qu'il dégage dans ce cas est utilisée souvent pour reconnaître la présence de l'acide sulfurique; dans un certain nombre de cas il éprouve un dédoublement remarquable; lorsqu'on fait bouillir sa dissolution en présence d'acides énergiques, il se dédouble en sucre de gélatine et acide benzoïque. Le chlorure de chaux agit de même.

Certains ferments produisent la transformation de l'acide hippurique en acide benzoïque. Un mélange d'acide sulfurique et de peroxyde de manganèse le décompose en donnant naissance à de l'acide carbonique et à de l'acide benzoïque. Il est

soluble dans l'acide chlorhydrique et sulfurique; l'acide sulfurique concentré le décompose au-dessus de 120° et en sépare l'acide benzoïque. On sait combien est fréquente la production de l'acide benzoïque aux dépens de l'acide sulfurique. Par une action contraire, l'acide benzoïque ingéré se transforme totalement en acide hippurique dans l'acte de la digestion et on retrouve l'acide hippurique dans l'urine.

Les hippurates sont solubles dans l'eau; traités par l'acide chlorhydrique, ils laissent déposer l'acide sulfurique sous forme de cristaux jaunâtres si la liqueur est convenablement concentrée. Ce procédé suffit pour extraire l'acide hippurique de l'urine du cheval où il existe en grande quantité; on opère autrement lorsqu'il est en petite quantité, comme dans l'urine de l'homme.

On évapore l'urine, que l'on a préalablement neutralisée avec la chaux, en consistance sirupeuse; on l'introduit dans un ballon et on ajoute une petite quantité d'acide chlorhydrique qui décompose les hippurates. On agite avec un volume d'éther égal à celui de l'urine; on abandonne le mélange pendant une heure et on lui ajoute alors 1/20<sup>e</sup> de son volume d'alcool; la mousse qui s'était formée par l'éther disparaît et la liqueur se sépare en deux couches; la supérieure contient de l'acide chlorhydrique, un peu d'urée et l'acide hippurique.

On sépare cette couche avec une pipette; on l'agite avec un peu d'eau qui sépare l'urée et l'alcool, et on évapore la liqueur éthérée qui laisse déposer les cristaux d'acide.

Si on veut les avoir purs, on sature l'acide par de l'eau de chaux; on laisse digérer avec un peu de charbon animal; on ajoute de l'acide chlorhydrique et on filtre; par évaporation, on a des cristaux purs d'acide hippurique. Lorsqu'il est libre, on peut l'extraire directement de l'urine en la faisant évaporer au bain-marie en consistance d'extrait; on traite cet extrait par l'éther qui dissout l'acide, que l'on reconnaîtra facilement à ses caractères et à sa cristallisation: il cristallise en petites aiguilles prismatiques pyramidales, très-courtes, transparentes, généralement taillées en biseau à leur base présentant quatre faces, quelquefois excavées. Les aiguilles se terminent aussi en pointe aiguë; quelquefois elles sont renflées en fuseau, ou en lamelles losangiques. Les cristaux sont incolores lorsqu'ils sont en masses sphériques; ils ont le même aspect, qu'ils soient examinés libres ou après la décomposition des hippurates.

Nous avons dit que l'acide était rarement libre; Lehmann l'a trouvé en cet état chez des malades atteints de fièvre. M. Bouchardat l'a trouvé libre à la suite d'un régime lacté de neuf ans. M. Bird l'a trouvé dans le sédiment de l'urine d'un

ivrogne; MM. Verdeil et Robin dans l'urine d'un homme adonné à des habitudes sédentaires et à une nourriture très-azotée. Dans tous les autres cas dont nous allons parler, il y a tout lieu de penser que l'on a confondu l'acide hippurique et les hippurates sous le nom d'acide hippurique. Je répéterai, du reste, comme pour l'acide urique, que, pour les conséquences pathologiques, cette distinction a peu d'importance.

Liebig est le premier qui ait reconnu que l'acide que l'on prenait pour de l'acide benzoïque dans l'urine des herbivores et celle de l'homme était de l'acide hippurique; il a démontré aussi qu'il y a à peu près autant d'acide hippurique que d'acide urique dans l'urine normale.

Lehmann l'a trouvé dans l'urine des diabétiques; Wurtzer également; Pettenkoffer, dans l'urine d'une choréique; M. Bouchardat l'a trouvé en quantité notable et constante chez deux malades qui éprouvaient comme symptômes un affaiblissement général, sécheresse de la peau, affaiblissement de la vue. Il a cru cette affection assez distincte pour lui donner un nom spécial, celui d'*hippurie*.

L'acide hippurique se trouve toujours en abondance après l'ingestion de l'acide benzoïque. Ce ne paraît pas être aux dépens de l'acide urique que l'acide benzoïque se transforme en acide hippurique; ce serait plutôt aux dépens de l'urée; car celle-ci diminue pendant la formation d'acide hippurique.

M. Bernard a vu d'un autre côté que l'acide hippurique disparaissait chez les herbivores soumis à l'abstinence et que dans ce cas l'urée augmentait.

#### ACIDE BENZOÏQUE.

On a dit avoir trouvé l'acide benzoïque dans l'urine des enfants. Mais comme on a souvent confondu cet acide avec l'acide hippurique, il ne faut accepter ces faits qu'avec réserve. On le trouve toujours chez les herbivores, lorsqu'après la fermentation l'urine devient alcaline; c'est par un procédé analogue qu'on retire l'acide benzoïque de l'urine en Allemagne.

# DES SELS INORGANIQUES.

L'urine, à l'état physiologique, contient un grand nombre de sels dont voici le tableau :

Sulfate de potasse ,  
 » de soude ,  
 » de chaux .  
 Phosphate de chaux basique ,  
 » acide de chaux ,  
 » de magnésie ,  
 » de potasse ,  
 » neutre de soude ,  
 » acide de soude .  
 Chlorure de sodium ,  
 » de potassium .  
 Hydrochlorate d'ammoniaque .

Ces sels peuvent se représenter, pour plus de simplicité, par

|                    |              |           |
|--------------------|--------------|-----------|
| acide sulfurique   | } combinés à | potasse.  |
| acide phosphorique |              | soude.    |
|                    |              | chaux.    |
|                    |              | magnésie. |

Chlore combiné aux radicaux des oxydes précédents.

Les chimistes qui se sont occupés d'analyser les sels dans l'urine, se sont bornés la plupart à déterminer la quantité de chlore, d'acide sulfurique et phosphorique d'une part, et de l'autre la quantité de potasse, soude, chaux, magnésie que pouvaient contenir les urines, sans tenir compte de l'état et des proportions dans lesquels ces acides et ces bases étaient combinés. Nous examinerons les procédés d'analyse qui servent à déterminer les sels de l'urine en tant qu'acides et bases; nous étudierons également l'histoire de chacun des sels normalement contenus dans ce liquide, autant que l'état actuel de la science nous le permettra.

Plusieurs procédés peuvent être employés pour obtenir la masse saline qui doit servir à séparer les différents acides et bases : le plus ancien consiste à évaporer en consistance sirupeuse un poids donné d'urine dans une capsule; on continue ensuite l'évaporation dans un creuset de porcelaine, recouvert de son couvercle, et on calcine au rouge blanc; le couvercle a pour but d'éviter la perte des sels qui, par la déflagration, pourraient être expulsés du creuset; la calcination doit être prolongée jusqu'à ce que la masse devienne blanche, ce qui est assez long; par la calcination, toutes les matières organiques azotées sont détruites; le chlorhydrate d'ammoniaque est volatilisé; il reste une masse grenue cristalline blanche composée de sulfates, chlorures, phosphates. Il faut éviter d'employer une capsule de platine, une petite quantité de phosphore pourrait se produire par la décomposition des phosphates et la percer.

Frappé de la lenteur que présente l'incinération des matières fixes de l'urine, M. le professeur Lecanu, dans ses belles recherches sur l'urine humaine, propose le procédé suivant :

On profite à la fois de la transformation de l'urine en nitrate d'ammoniaque sous l'influence de la chaleur et de l'acide nitrique, et de la propriété que possède le nitrate d'ammoniaque de brûler aisément les éléments combustibles des matières organiques, pour rendre l'opération pour ainsi dire instantanée. On ajoute au produit sirupeux de l'évaporation de 500 grammes d'urine 20 à 25 grammes d'acide nitrique pur; on continue à chauffer jusqu'à ce que la matière se solidifie par refroidissement, et quand elle est complètement refroidie et par conséquent solide, on la projette par petites portions dans un creuset de platine chauffé au rouge; une vive déflagration se manifeste, les matières organiques sont complètement détruites, et les sels fixes restent pour résidu sous forme de masse d'une blancheur parfaite.

Pour procéder à l'analyse de la masse saline, voici comment il faut opérer :

On la pèse d'abord.

On la traite ensuite par l'eau bouillante à plusieurs reprises, de manière à dissoudre tous les sels solubles. Il reste une partie insoluble.

La partie soluble contient :

Les sulfates de potasse et de soude;

Les chlorures de sodium et de potassium;

Les phosphates de soude et de potasse;

Le sulfate de chaux qui, étant en petite proportion, est entièrement soluble dans l'eau bouillante;

La partie insoluble contient :

La silice ;

Le phosphate de chaux ;

Le phosphate de magnésie.

On la traite par l'acide chlorhydrique, qui dissout les phosphates et ne dissout pas la silice ; on filtre. La silice reste sur le filtre ; on calcine et on la dose. On ajoute à la liqueur la dissolution dans l'acide nitrique d'un poids connu de fer pur en rapport avec le poids des phosphates terreux. On précipite par un excès d'ammoniaque ; on chauffe. On recueille le précipité par un filtre, on le lave et on calcine. Sachant combien le poids connu de fer donne d'oxyde ferrique, on déduit de l'excédant de poids la quantité de l'acide phosphorique contenu dans les phosphates.

La liqueur ammoniacale est traitée par l'oxalate d'ammoniaque ; la chaux est précipitée à l'état d'oxalate de chaux. On sépare le précipité par le filtre, on le lave et on le calcine. La chaux est dosée à l'état de carbonate de chaux ( $\text{CO}^2$ ,  $\text{Ca O}$ ). La liqueur dont a été précipitée la chaux contient encore la magnésie ; on y ajoute du phosphate de soude ; en présence de l'ammoniaque il se forme un précipité de phosphate ammoniaco-magnésien. On le laisse reposer, on le lave à l'eau ammoniacale, on le sèche et on le calcine. Il se forme du pyrophosphate de magnésie ( $\text{PHO}^5$ ,  $2\text{MgO}$ ), d'où on déduit le poids de la magnésie.

La liqueur qui contient la partie soluble de la masse saline est divisée en trois parts égales. La première sert à doser les sulfates et les chlorures. On l'additionne d'acide nitrique et on la traite par le nitrate de baryte ; il se forme un précipité de sulfate de baryte ; on le sépare par le filtre, on le lave, on le calcine et on déduit le poids d'acide sulfurique, et par conséquent celui des sulfates ( $\text{SO}^3$ ,  $\text{BaO}$ ). La liqueur dont on a séparé l'acide sulfurique est traitée par le nitrate d'argent, qui précipite le chlore mais non l'acide phosphorique. On lave le précipité, on le calcine et on en déduit le poids du chlore, et par suite des chlorures ( $\text{Cl}$ ,  $\text{Ag}$ ).

La deuxième liqueur sert à doser l'acide phosphorique des phosphates solubles, et la chaux du sulfate de chaux. On y ajoute un poids connu de fer pur, dissous dans l'acide nitrique, et on précipite par un excès d'ammoniaque ; on chauffe, on recueille le précipité sur un filtre, on le lave et on calcine. Sachant combien le

poids connu de fer donne d'oxyde ferrique, on déduit de l'excédant de poids la quantité d'acide phosphorique ( $\text{P}^{\text{H}}\text{O}^3$ ) contenue dans la liqueur, et par suite le poids des phosphates solubles.

La liqueur filtrée est traitée par l'oxalate d'ammoniaque, qui précipite du sulfate de chaux, que l'on dose comme précédemment.

La troisième liqueur sert à doser la potasse et la soude.

On la traite par le chlorure de barium, qui précipite les sulfates et phosphates; on filtre; on ajoute à la liqueur du carbonate d'ammoniaque, qui précipite l'excès de baryte et la chaux. Il reste dans la liqueur du chlorhydrate d'ammoniaque, du carbonate d'ammoniaque et des chlorures de potassium et de sodium. On évapore et on calcine. Le carbonate et le chlorhydrate d'ammoniaque sont volatilisés; il ne reste que les chlorures; on les pèse; on dissout dans très-peu d'eau, on ajoute un excès de chlorure platinique, on évapore au bain-marie jusqu'à siccité, on verse sur le résidu de l'alcool à 80°, on laisse en contact pendant quelque temps et on recueille sur un filtre le chloroplatinate potassique, d'où on déduit la quantité de potasse contenue dans la liqueur ( $\text{Li Cl}^2$ ,  $\text{KCl}$ ). La soude se dose par différence en soustrayant du poids total des chlorures le poids du chlorure de potassium, tel qu'il résulte de la quantité de potasse obtenue.

On remarquera que les poids obtenus dans ces dosages devront être triplés, car on n'agit que sur le tiers du total de la liqueur soluble.

Par le procédé que je viens de décrire, on peut donc connaître :

1° Le poids des phosphates terreux dans leur ensemble et celui de chacun de ces phosphates; phosphates de magnésie et de chaux;

2° Le poids de sulfate de chaux contenu dans l'urine;

3° Le poids des phosphates solubles;

4° Le poids total de l'acide phosphorique, en additionnant celui des phosphates tant solubles que terreux;

5° Le poids des sulfates et chlorures;

6° Celui de la potasse, de la soude, de la silice.

La masse des sels organiques obtenus par la calcination est alcaline; cela tient à ce que les acides organiques, tels que l'acide urique, qui saturaient une partie de la base, ont été décomposés. La quantité des sels inorganiques examinés dans leur ensemble a varié dans les analyses de M. Lecanu entre 24 gr. 50 et 4 gr. 84 sur onze individus; elle a également varié d'une manière notable dans les urines rendues en différentes fois pendant des temps égaux par un même individu; elle a



été plus considérable chez les hommes dans la force de l'âge que chez les femmes, les enfants, les vieillards, ce qui tient probablement à la quantité d'aliments ingérés. D'après M. Becquerel, la masse des sels peut osciller, dans les vingt-quatre heures, entre 8 gr. et 10 gr. Les variations dans les maladies de la quantité de ces sels sont nombreuses, et généralement dans le même sens que celles de l'urée. D'après M. Becquerel, la loi générale, c'est la diminution dans toutes les maladies capables d'altérer les urines. La diète, l'anémie, la débilitation sont les cas où les sels ont le plus diminué. La quantité d'eau paraît aussi avoir influencé la sécrétion des sels. La densité de l'urine est assez en rapport avec la proportion des sels; néanmoins on ne peut pas toujours juger de leur quantité par la densité.

*Des sels de l'urine en particulier. — Du chlorure de sodium.* — Le chlorure de sodium existe dans l'urine en proportion variable; d'après M. Lecanu, sa quantité oscille entre 7 gr. 550 et 0,016 pour vingt-quatre heures; mais comme il n'a pas été tenu compte du chlorure de potassium que l'urine contient, il faut diminuer un peu ce chiffre; sa quantité varie non-seulement pour des individus différents, mais aussi pour un même individu: l'âge, le sexe, n'ont aucune influence sur sa quantité; la quantité de sel ingéré, au contraire, a une grande influence, et c'est même uniquement à son absorption qu'il faut attribuer la présence fréquente de quantités considérables de chlorure de sodium dans l'urine; les formes cristallines qu'il affecte dans l'urine après l'évaporation dérivent toutes du cube et sont trop nombreuses pour que je les décrive (voir l'Atlas de MM. Robin et Verdeil).

M. Liebig, dans ces derniers temps, a donné un procédé des plus ingénieux pour son dosage dans l'urine; il est basé sur ces faits: une solution de nitrate de mercure forme immédiatement avec une solution d'urée un précipité blanc floconneux; une solution de sublimé corrosif ne précipite pas une solution d'urée; le sel marin ajouté à une solution de nitrate de mercure détermine instantanément la formation du sublimé corrosif et du nitrate de soude. Si à une dissolution mixte d'urée et de sel marin on ajoute du nitrate de mercure, il ne se forme pas immédiatement un précipité; ce n'est que lorsque tout le sel marin est transformé en sublimé corrosif que l'excès de nitrate mercurique précipite l'urée; partant de ces faits, on peut facilement doser le chlorure dans l'urine. En effet, si on prend une dissolution titrée de nitrate de mercure et qu'on l'ajoute au moyen d'une burette graduée dans l'urine jusqu'à formation de précipité, ce précipité, ne se formant que lorsque tout le chlore est transformé en sublimé et que le nitrate de mercure,

n'étant plus décomposé, peut agir directement sur l'urine et s'y combiner, la quantité de mercure devra être proportionnelle à la quantité de chlore contenue dans l'urine et pourra servir à l'indiquer. Pour les détails de l'opération, qui sont longs, je renvoie au mémoire de M. Liebig (Annales de chimie et de physique, 1853).

*Chlorure de potassium.* — Ce sel a été trouvé dans l'urine par Braconnot; sa quantité est beaucoup plus petite que celle du chlorure de sodium, mais elle n'a pas été déterminée.

*Chlorhydrate d'ammoniaque.* — Il existe dans l'urine; son analyse est difficile en raison de l'ammoniaque contenue normalement dans l'urine, soit à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien, soit d'urate d'ammoniaque; lorsque l'on chauffe la masse des sels inorganiques dans un creuset couvert, on voit ce sel se sublimer; on le reconnaît alors facilement par le dégagement d'ammoniaque qu'il donne avec la potasse.

*Sulfate de soude.* — Ce sulfate existe en quantité relativement considérable dans l'urine normale. M. Lecanu en a trouvé 3 gr. 730, en moyenne dans l'urine des vingt-quatre heures; il est vrai qu'il comprend dans ce chiffre les sulfates de soude et de potasse; mais celui-ci est comparativement en petite quantité dans l'urine. Lorsqu'on prend du sulfate de soude en quantité notable et surtout par doses fractionnées, la quantité de sulfate de soude de l'urine augmente considérablement, ce qui montre la facilité avec laquelle il passe dans les urines; il paraîtrait, d'après Heller, que les sulfates augmentent dans les maladies inflammatoires, et qu'ils diminuent chez les individus débilités.

Le sulfate de potasse est en moindre proportion que le sulfate de soude dans l'urine humaine; il domine au contraire dans l'urine des herbivores.

Le *phosphate de chaux* se rencontre dans l'urine sous deux états: à l'état basique et à l'état acide. Le phosphate de chaux basique s'y trouve dissous à l'aide des phosphates acides de soude et de chaux et des autres sels de soude; peut-être l'acide carbonique libre de l'urine concourt-il à sa dissolution. Il se dépose à l'état amorphe aussitôt que l'urine devenant alcaline, les phosphates acides sont neutralisés; cette disposition qu'il a à se déposer fait qu'il entre souvent dans la formation de la gravelle et des calculs: dans ces cas, souvent il est uni au phosphate ammoniaco-magnésien. Quelquefois il forme à lui seul des calculs, plus souvent il se dépose autour d'autres noyaux, tels que ceux d'acide urique, qui, par leur présence, déterminent l'alcalinité de l'urine. Dans les cal-

culs récents, il est généralement friable; plus tard il devient dur; rarement on le trouve uni à l'oxalate de chaux. Les sédiments de phosphate de chaux amorphe se reconnaissent facilement au microscope; ils se présentent sous forme de dépôt pulvérulent, qui se dissout complètement par l'acide chlorhydrique étendu sans donner lieu à des cristaux d'acide urique; il se reforme avec le même aspect par l'addition d'ammoniaque. Dans le cas de gravelle phosphatique, l'urine est toujours alcaline. Le phosphate acide de chaux existe normalement dans l'urine; il est un des premiers sels qui cristallisent par l'évaporation. Les cristaux ont la forme d'hémi-octaèdres allongés, dérivant du prisme droit à base rectangulaire; les uns sont volumineux, les autres petits; ils sont transparents, solubles dans l'acide acétique. Le phosphate acide de chaux entre dans la composition des calculs; il s'y montre alors en couches lisses, cristallines, disposées en lamelles et solubles dans l'eau.

Le *phosphate de magnésie* existe dans l'urine; sa présence dans les calculs, soit à l'état libre, soit uni au phosphate ammoniaco-magnésien, le prouve. M. Ch. Robin en a trouvé à l'état cristallisé: les cristaux sont formés de prismes à base rhombe, d'aiguilles et de lamelles dont on trouvera le dessin dans l'Atlas de MM. Robin et Verdeil. On le rencontre surtout dans les calculs formés en grande partie d'acide urique. Le phosphate de magnésie est insoluble; il est, comme le phosphate de chaux, maintenu en dissolution dans l'urine par les phosphates acides; il a une grande tendance à se combiner au phosphate d'ammoniaque produit pendant la décomposition de l'urine, pour former du phosphate ammoniaco-magnésien. On le reconnaît facilement: on calcine les sels de l'urine, on dissout dans l'acide nitrique dilué, on ajoute un excès d'ammoniaque et du chlorhydrate d'ammoniaque; il se dépose du phosphate ammoniaco-magnésien facile à reconnaître à ses cristaux.

Les *phosphates terreux* sont à peu près en même proportion dans l'urine que les phosphates alcalins. M. Lecanu a trouvé qu'ils variaient entre 1 gr. 960 et 0,029 pour les vingt-quatre heures. Contrairement à l'opinion de Fourcroy, l'urine des vieillards est moins chargée de phosphates terreux que celle des adultes.

*Phosphate neutre de soude et phosphate acide de soude.* — L'urine contient, à l'état normal, du phosphate neutre et du phosphate acide; l'urine de l'homme et celle des carnivores sont plus riches en phosphate de soude que celle des herbivores, qui, au contraire, est plus riche en carbonate: le genre de nour-

riture explique très-bien cette différence. Le phosphate de soude est très-soluble dans l'eau : il doit servir à la dissolution des phosphates terreux ; lorsque le phosphate de soude arrive dans l'urine, une partie doit être décomposée par l'acide urique, qui forme de l'urate de soude, tandis que le phosphate neutre passe à l'état de phosphate acide ; telle est probablement l'origine du phosphate acide de soude. On peut obtenir des cristaux de phosphate de soude en concentrant l'urine : on sépare le dépôt et on ajoute à la liqueur de l'alcool absolu ; il se dépose alors lentement sur les parois du vase et forme des tables dérivant du prisme rectangulaire ou rhomboïdal droit avec des croisements sur les arêtes : c'est au phosphate acide de soude qu'est due surtout l'acidité de l'urine. On ne peut, en effet, l'attribuer à l'acide urique, qui réagit à peine sur le papier de tournesol, tandis que la réaction de l'urine est franchement acide ; on ne peut non plus l'attribuer à l'acide carbonique, qui n'est qu'en petite quantité, et l'acidité, du reste, persiste après l'ébullition de l'urine ; l'acide lactique n'est pas non plus le corps qui donne à l'urine son acidité, puisque, d'après M. Liebig, sa présence n'y est pas prouvée, ou du moins n'a été constatée qu'accidentellement ; ce n'est donc qu'aux phosphates acides et surtout à celui de soude qu'est due l'acidité de l'urine. Les cristaux de phosphate acide se distinguent facilement des cristaux de phosphate neutre, quoiqu'ils appartiennent tous deux au système du prisme rectangulaire (voir l'Atlas de MM. Ch. Robin et Verdeil).

*De la décomposition de l'urine.* — Ce ne serait pas ici le lieu de nous occuper de la décomposition de l'urine ; mais cette décomposition y introduit un nouvel élément tellement lié à l'étude des phosphates (phosphate ammoniaco-magnésien), que nous avons jugé utile de rapprocher l'étude de la décomposition de l'urine de celle des phosphates. Du reste, les phénomènes de la décomposition de l'urine nous donneront le secret de la formation la plus fréquente des calculs phosphatiques, dont nous dirons quelques mots en même temps. Lorsqu'on expose une urine à l'air libre pendant un temps variable, on voit apparaître de nouveaux phénomènes bien décrits par M. Becquerel. Celui qui domine tous les autres, c'est la décomposition de l'urée en sous carbonate d'ammoniaque, sous l'influence de l'eau, de la chaleur, mais surtout des matières colorantes et extractives ; c'est le sous-carbonate qui, agissant à la fois sur tous les principes de l'urine, l'acide urique, les phosphates acides, les matières organiques, opère des décompositions dans chacun des principes, et amène des combinaisons nouvelles avec chacun d'eux. Le temps nécessaire pour cette décomposition est très-variable ;

quelquefois elle se fait dans la vessie, dont la température est favorable à cette décomposition; cela a lieu surtout en présence d'un corps étranger, soit calcul, soit mucus. Quoique l'urine ne soit pas alcaline, quelquefois elle le devient très-rapidement, soit sans cause évidente, soit plus souvent chez les individus ayant dans l'urine de l'albumine, du mucus et surtout du pus. Dans les conditions ordinaires, l'urine se décompose en deux ou trois jours : la température élevée hâte sa décomposition; chez les herbivores, elle est rapide, quarante-huit heures au plus; chez l'homme, après une nourriture animale, l'urine se conserve quatre à cinq jours; dans le diabète, elle se conserve encore plus longtemps. Lorsque l'urine se décompose, elle devient plus pâle, acquiert une odeur ammoniacale et une réaction alcaline; elle se couvre d'une pellicule blanche, et contre les parois du vase se déposent de petits cristaux blancs de phosphate ammoniaco-magnésien; peu à peu elle devient tellement alcaline, qu'elle fait effervescence avec les acides. Par suite de l'évaporation spontanée, elle se concentre et dépose d'abord des cristaux cubiques jaunes qui sont du chlorhydrate d'ammoniaque, puis des octaèdres qui sont du chlorure de sodium, et enfin du phosphate ammoniaco-sodique; l'acide carbonique du carbonate d'ammoniaque ayant cédé une partie de sa base aux phosphates, s'est combiné avec une certaine quantité de chaux et de magnésie; en résumé, les corps nouveaux produits sont les suivants : sous-carbonate de chaux et de magnésie, phosphate neutre de chaux, phosphate ammoniaco-magnésien neutre et basique. Les sous-carbonates de chaux et de magnésie n'existent pas à l'état normal; leur présence indique toujours que la transformation d'urée en carbonate d'ammoniaque a commencé à s'effectuer; lorsque la décomposition de l'urée est avancée, les carbonates de chaux et de magnésie peuvent se trouver à l'état de bicarbonates; on s'en assure en chauffant l'urine; il se dégage de l'acide carbonique, et les carbonates se déposent; il se dépose en même temps du phosphate terreux qui était dissous aussi par l'acide carbonique en excès. Nous ferons voir, en parlant de l'albumine avec laquelle on pourrait les confondre, comment ces précipités s'en distinguent. Les *carbonates de chaux et de magnésie* existent en plus grande quantité en dépôt que sous forme de carbonates solubles; on les reconnaît en traitant le dépôt par l'acide nitrique; il se produit une vive effervescence. Examinés au microscope, ces carbonates se présentent sous forme d'une poussière amorphe, constituée par une foule de petits grains arrondis; une goutte d'acide introduite sous le verre, les dissout avec dégagement de bulles de gaz.

Ces carbonates entrent dans la composition des calculs urinaires où ils se trouvent le plus souvent unis aux phosphates ammoniaco-magnésiens et terreux ; rarement ils sont l'élément essentiel des calculs ; il en existe un cependant au musée Dupuytren, analysé par M. Bigelow. Les carbonates de chaux et de magnésie forment souvent en partie le sable urinaire. Ce n'est pas seulement après la décomposition de l'urine qu'on les trouve ; on les rencontre aussi après l'usage de sels de Vichy ; le phosphate neutre de chaux que l'on trouve à l'état de dépôt amorphe dans l'urine en voie de décomposition est celui que nous avons déjà examiné ; il se dépose lorsque les phosphates acides qui le dissolvaient sont neutralisés par l'ammoniaque ; nous y reviendrons en parlant des calculs phosphatiques.

Le *phosphate ammoniaco-magnésien* n'existe pas dans l'urine normale ou du moins sa présence y est douteuse ; sa formation abondante dans l'urine en décomposition est facile à expliquer : les phosphates de chaux et de magnésie sont à l'état acide dans l'urine ; le carbonate d'ammoniaque provenant de la décomposition de l'urée cède son alcali à l'acide phosphorique en excès, il en résulte du phosphate neutre qui se dépose et du phosphate d'ammoniaque qui se combine avec le phosphate de magnésie pour former deux phosphates ammoniaco-magnésiens, dont l'un contient plus d'ammoniaque que l'autre. Le phosphate ammoniaco-magnésien se montre aussitôt que l'urine est neutre, avant qu'elle devienne alcaline ; c'est lui qui forme la majeure partie des dépôts de l'urine alcaline. Rien ne ressemble davantage, selon l'observation de M. Donné, aux dépôts de pus, que ces sédiments de phosphate ammoniaco-magnésien.

Le phosphate ammoniaco-magnésien se trouve souvent dans les calculs, soit seul, soit uni au phosphate de chaux ; presque toujours il y existe à l'état cristallin ; les cristaux volumineux dérivent du prisme rectangulaire droit, ils sont habituellement modifiés par des décroissements sur les arêtes ou les angles qui peuvent se combiner de telle sorte, que souvent ils offrent des formes extrêmement compliquées mais toujours faciles à distinguer des autres cristaux de l'urine ; les noyaux ou couches formées par ce sel sont généralement blancs ou grisâtres, et parcourus de stries irrégulières, quelquefois ils deviennent noirs ; ils sont friables, qu'ils soient seuls ou unis au phosphate de chaux ; la potasse et la soude en dégagent de l'ammoniaque ; lorsqu'on les chauffe sur des charbons ardents il se développe également une odeur d'ammoniaque ; lorsque ce sel existe dans des concrétions où sa cristallisation est confuse, on le reconnaît facilement en dissolvant un peu du calcul dans l'acide acétique sous le champ du microscope ; il se dissout avec une grande

facilité, sans donner de cristaux, comme l'acide urique, ni des gaz, comme les carbonates, ni de résidu, comme l'oxalate de chaux; de plus, en ajoutant une goutte d'ammoniaque à la dissolution, on voit se former, entre les verres, des cristaux caractéristiques. Le phosphate ammoniaco-magnésien bibasique se trouve surtout dans l'urine lorsqu'elle s'est chargée d'une grande quantité de carbonate d'ammoniaque; le phosphate ammoniaco neutre, passe alors à l'état de phosphate basique, qui cristallise en lames foliacées, en feuilles de fougère, en lames étoilées à cinq ou six branches, toutes formes qui sont facilement distinctes de celles du phosphate neutre.

*Des calculs phosphatiques.* Je serai bref en traitant des calculs phosphatiques, car j'ai déjà fait en partie leur histoire en traitant de chacun des phosphates; les sels que l'on rencontre dans les calculs phosphatiques sont les phosphates de chaux, de magnésie et le phosphate ammoniaco-magnésien; ce dernier est le plus fréquent. Ce n'est pas seulement lors de la décomposition de l'urine dans la vessie que se forment les calculs phosphatiques. On les trouve lorsque, par suite d'une cause quelconque, l'urine devenant alcaline, laisse déposer les phosphates terreux; ce fait arrive souvent chez les vieillards, dont l'urine a une tendance plus grande que celle de l'adulte à se décomposer; c'est dans ces cas d'alcalinité de l'urine, survenant sans décomposition de l'urée, que l'on trouve le phosphate de chaux seul; quand il y a décomposition de l'urine, il existe presque toujours uni à du phosphate ammoniaco-magnésien; les calculs de phosphate de magnésie sont plus rares; souvent on trouve le phosphate ammoniaco-magnésien formant des couches concentriques à d'autres noyaux tels que ceux d'acide urique, d'oxalate de chaux, de phosphate neutre, de cystine; c'est alors que par suite d'une cystite produite par la présence d'un corps étranger, il y a eu décomposition de l'urine et formation de phosphate magnésien qui s'est déposé autour du noyau existant déjà. On a donné le nom de diathèse phosphatique à une disposition qu'ont certains individus à la gravelle phosphatique; les urines de ces individus ont une tendance extraordinaire à l'alcalinité, sans qu'il y ait une cause suffisante pour expliquer cette tendance; chez les vieillards notamment cela a lieu, et c'est à cette alcalinité des urines qu'il faut attribuer chez eux la fréquence des calculs et non pas à une quantité plus grande de phosphate de chaux que contiendraient les urines.

M. Lecanu a démontré, en effet, que l'urine des vieillards en contenait moins que celle des adultes; les calculs phosphatiques sont, après les calculs d'acide uri-

que, les plus fréquents; le phosphate de chaux peut former seul le calcul; on en trouve quatre au musée Dupuytren.

Le phosphate ammoniaco-magnésien, quoiqu'on ait prétendu le contraire, se trouve aussi former seul des calculs, le musée Dupuytren en possède plusieurs analysés par M. Bigelow; plus souvent les calculs phosphatiques sont composés: on en compte au musée Dupuytren dix-neuf composés de phosphate terreux, dix-huit de phosphate de chaux et d'oxalate de chaux, six de phosphate terreux et d'urate d'ammoniaque, quatre de phosphate de magnésie et d'urate de magnésie. On voit par cette énumération rapide quel rôle important les phosphates jouent dans la constitution de l'urine; nous bornerons là leur étude rapide et nous renvoyons aux traités spéciaux de MM. Lecanu et Ségalas, et de M. Bigelow pour leur histoire complète.

#### DES MATIÈRES ORGANIQUES DE L'URINE.

Lorsqu'on évapore un poids donné d'urine à une température peu élevée, on obtient pour résidu la masse des principes solides tenus en dissolution dans ce liquide; si de cette masse on vient à déduire le poids de l'urée, de l'acide urique, des matières inorganiques fixes et indécomposables au feu, la différence que l'on obtient représentera le poids des matières organiques de l'urine. D'après M. Becquerel le poids des matières organiques tenues en dissolution dans l'urine des vingt-quatre heures varie à l'état normal entre 8 et 12 grammes, ce qui représente pour 1,000 grammes d'urine de 7 à 10 grammes de matières.

Quels sont les éléments contenus dans cet ensemble de matières organiques? Malgré les nombreux travaux que l'on a publiés à ce sujet, ce point de l'étude de l'urine est très-obscur; on comprend la difficulté d'isoler les uns des autres tous ces principes de nature complexe et encore inconnue; on y trouve du mucus, de la créatine, de la créatinine, peut-être des lactates, de la matière colorante, du chlorhydrate d'ammoniaque, enfin, des matières que l'on appelle extractives, dont la composition intime est entièrement inconnue. Nous consacrerons un article spécial au mucus et à la matière colorante; nous avons déjà parlé du chlorhydrate d'ammoniaque, nous nous contenterons de dire ici quelques mots de la créatine et de la créatinine.

La *créatine* est un principe immédiat neutre que l'on rencontre assez abondam-



ment dans l'urine de l'homme où elle a été découverte par Heintz ; ses cristaux sont brillants, transparents, nacrés, elle est soluble dans l'eau froide et surtout l'eau bouillante, elle est peu soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther, elle n'a pas d'action sur les réactifs colorés; traitée par l'acide chlorhydrique froid elle se transforme en créatinine. Pour l'obtenir de l'urine, on évapore ce liquide qu'on traite par l'eau de chaux et du chlorure de chaux, on filtre la liqueur et l'on élimine la plupart des sels inorganiques par la cristallisation. La partie liquide est alors traitée par du chlorure de zinc et abandonnée à elle-même pendant quelques jours; il se forme au bout de ce temps une masse de cristaux au fond sur les bords du vase; ces cristaux sont un mélange de créatine et d'une combinaison de chlorure de zinc avec la créatinine ; on les sépare du liquide, on les lave et on les traite par l'oxyde de plomb hydraté qui décompose le sel de zinc et de créatinine en chlorure de plomb basique insoluble, et en oxyde de zinc et en créatinine qui restent dans la solution ; la liqueur filtrée est évaporée à siccité et traitée par l'alcool bouillant, la créatinine est dissoute, et la créatine reste à l'état insoluble. Le mode de cristallisation de la créatine permet de la reconnaître même lorsqu'elle est en petite quantité dans l'urine, par simple évaporation et cristallisation ; elle se présente en lames prismatiques d'un blanc nacré (voir l'atlas de MM. Robin et Verdeil auquel nous empruntons tout ce qui a rapport à l'étude de ce corps). La créatine a été considérée par Liebig qui l'a trouvée dans presque toutes les parties de l'économie animale comme un des principes nutritifs les plus importants du bouillon de viande. Heintz et Lehmann l'ayant trouvée dans l'urine la considèrent comme un produit d'élimination des matières azotées analogue à l'urée.

La *créatinine* est un principe immédiat excrémentitiel. Sa découverte est due à M. Liebig ; elle existe dans l'urine. La créatinine est un alcali bleuissant le tournesol rougi. Elle est inodore, inaltérable à l'air, cristallisable, soluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool dont elle se dépose en masses cristallines. C'est une base assez énergique qui peut chasser l'ammoniaque de ses sels. Avec le chlorure de zinc, elle forme un corps grenu. Lorsque l'on laisse une urine exposée à l'air pendant quinze jours, on ne trouve plus de créatine, mais une assez grande quantité de créatinine. Elle s'obtient aussi aux dépens de la créatine par l'action de l'acide chlorhydrique concentré. Son mode de cristallisation permet de la reconnaître dans l'urine. (Voir Robin et Verdeil.)

#### DE LA MATIÈRE COLORANTE DE L'URINE URROSACINE OU ACIDE ROSACIQUE.

L'urine à l'état normal possède une coloration jaune dont la nuance varie à l'infini. L'urine peut être pâle, jaune-paille, jaune foncé, jaune rouge. De plus, les sédiments qui se forment dans l'urine peuvent participer plus ou moins de cette coloration, comme on le voit par exemple pour l'acide urique dont les dépôts ont, en général, une coloration brique intense.

A quel principe est due la coloration de l'urine? Cette question a beaucoup occupé les auteurs qui l'ont attribuée à diverses substances.

Proust supposait que l'acide nitrique existait dans l'urine, et sachant que l'acide nitrique, en réagissant sur l'acide urique, produit une coloration rougeâtre qui devient pourpre par l'ammoniaque, attribuait la coloration de l'urine à du purpurate d'ammoniaque; mais l'acide nitrique existe rarement dans l'urine, et, de plus, le purpurate d'ammoniaque est insoluble dans l'alcool, tandis que la matière colorante des sédiments rougis s'y dissout. Berzélius a considéré la matière colorante comme une espèce d'huile essentielle, de saveur âcre et poivrée. Vauquelin, qui le premier a reconnu que la matière rose qui forme les sédiments était un mélange d'acide urique et de matière colorante, l'a considéré comme une matière colorante acide beaucoup plus soluble que l'acide urique et pouvant se combiner avec lui. Il l'a appelée acide rosacique. M. Harley a, dans ces derniers temps, extrait le principe colorant de l'urine. Pour l'isoler, il évapore une grande quantité d'urine, puis dissout le sirop épais qu'il obtient par de l'alcool; en faisant bouillir la solution alcoolique avec un lait de chaux, il obtient un précipité rosé qu'il dessèche et dégraisse au moyen de l'éther. Il décompose ensuite ce précipité au moyen de l'acide chlorhydrique, et redissout la masse rouge insoluble qui reste avec de l'alcool qu'il mélange ensuite à de l'éther. Celui-ci se colore en rouge intense et laisse déposer par évaporation une poudre rouge noirâtre qui, incinérée, donne un volumineux résidu de fer. Ce principe est soluble dans l'alcool et l'éther; il est insoluble dans l'eau. Lorsqu'il est à l'état humide, il est soluble dans une grande quantité d'eau; lorsqu'on examine la poudre noirâtre obtenue par évaporation de l'éther à travers la lumière transmise, elle paraît rouge amarante; ses dissolutions sont d'un rose amarante ou brun.

Par sa composition, par ses caractères généraux, par la présence du fer, cette matière colorante se rapproche des autres matières colorantes, et surtout de celle

du sang. Il est probable qu'il y a une relation encore mal définie entre la matière colorante du sang et celle de l'urine.

La matière colorante existe en quantité variable dans l'urine, comme le montrent les variations de coloration de l'urine. Les dépôts d'acide urique et d'urate paraissent avoir la propriété de la fixer et de l'entraîner. On peut s'assurer que c'est elle qui accompagne les dépôts briquetés d'acide urique, en les traitant par l'alcool bouillant ces dépôts deviennent blancs ou gris et l'alcool se colore.

L'augmentation de la matière colorante est un phénomène à peu près constant quand l'eau diminue beaucoup. Dans de telles circonstances les urines sont en général très-foncées en couleur; elles déposent également des sédiments colorés. Dans ces cas il y a seulement concentration de la quantité de matière colorante, et son augmentation n'est que relative. L'augmentation relative ou absolue de l'acide urique concorde généralement avec l'augmentation de la matière colorante de l'urine.

Quant à sa diminution, elle se rencontre fréquemment, comme on peut en juger par le peu de coloration que présente souvent l'urine. On la trouve surtout chez les individus anémiques, affaiblis, ou quand la quantité d'eau augmente dans l'urine.

L'urine se présente quelquefois avec des nuances bien plus tranchées qu'à l'état normal. Ainsi on voit des urines vertes, brunes, noirâtres, bleues; les urines vertes ne paraissent pas dues à une altération de la matière colorante de l'urine; on y trouve généralement soit la matière colorante de la bile, soit du pus.

Les urines brunes ou noirâtres peuvent provenir du passage du sang ou de sa matière colorante dans l'urine qui y subirait une altération spéciale. Il est peu probable que ces colorations soient dues à la matière colorante normale, car elle existe en trop petite quantité dans l'urine pour produire des phénomènes aussi intenses que ceux que l'on a rencontrés quelquefois.

On a trouvé quelquefois des urines normalement bleues. Dans certains cas on a pu expliquer cette coloration par la présence de corps étrangers, tels que l'indigo, le bleu de Prusse. C'est ainsi qu'un malade qui prenait 4 grammes d'indigo par jour a rendu des urines bleues. Dans d'autres cas on n'a pu lier cette coloration bleue à la présence d'aucun corps. N'aurait-elle pas alors une relation avec la matière colorante de l'urine? On serait tenté de le croire, surtout d'après les faits que nous allons mentionner :

Certains réactifs sont susceptibles de faire éprouver des modifications à la ma-

tière colorante. Les alcalis la décolorent, comme on le voit dans les urines alcalines. Les acides chlorhydrique, nitrique, sulfurique donnent avec elle une teinte brun foncé. Dans un certain nombre de cas, liés presque toujours à un état pathologique, on voit les acides, au lieu de produire une coloration brune, en produire une violette et même bleu intense. Cette coloration se manifeste d'abord, s'il n'y a pas un trop grand excès d'acide, par une teinte brune, puis une teinte violette, et enfin par un beau bleu. La réaction a lieu à froid. Cette nuance, après avoir persisté pendant quelques instants, décroît d'intensité et disparaît même après quelque temps en ne laissant qu'une coloration plus foncée qu'à l'état normal. Une grande quantité d'acide produit plus rapidement la coloration bleue, mais aussi la coloration dure moins longtemps. Le chlorure de chaux la détruit immédiatement. Les urines dans lesquelles elle se produit n'ont aucun caractère physique qui puisse faire pressentir la coloration; elles peuvent être pâles ou colorées. La coloration bleue aurait plus de rapport avec l'état des malades. C'est ainsi qu'elle se trouve toujours dans l'urine des cholériques, ainsi que l'a annoncé M. le professeur Gubler, à qui l'on doit surtout les faits qui ont rapport aux urines bleues. Elle se manifeste dans le choléra surtout au début, pour disparaître ensuite et reparaitre au moment de la convalescence. On la trouve également dans un grand nombre d'affections, telles que fièvres typhoïdes, pneumonies, etc.

Cette coloration serait-elle due à la formation de bleu de Prusse, par suite de la combinaison d'un produit cyanique morbide avec le fer de la matière colorante? serait-elle due à la formation d'indigo blanc qui, sous l'influence des acides, serait transformé en indigo bleu? serait-elle due à une altération de la matière colorante, altération qui se manifesterait, suivant son intensité, par une coloration rose, brune, bleue? Ce sujet demande de nouvelles recherches, qui seraient d'un grand intérêt, non-seulement pour la physiologie, mais aussi pour la pathologie.

---

Nous aurions encore à faire l'histoire de quelques corps, tels que l'oxalate de chaux, les matières grasses, la silice, l'acide carbonique, etc., pour compléter l'étude de l'urine normale. Les deux premiers appartenant plutôt à l'histoire pathologique de l'urine, nous nous contenterons de dire quelques mots des deux derniers.

*Silice.* — La silice existe dans l'urine normale en quantité excessivement

faible. Quelquefois cependant la proportion en est plus considérable, et M. Guibourt a signalé dans l'urine de petits graviers entièrement formés de silice. Elle a été également trouvée dans des calculs mêlée à de l'oxalate de chaux, de l'acide urique, ou du phosphate de chaux. Lorsqu'elle existe en proportion suffisante dans l'urine, on la retrouve dans la masse saline, que l'on obtient par calcination au rouge des matières solides de l'urine. On dissout cette masse saline dans l'acide chlorhydrique dilué, la silice reste indissoute; on filtre et on calcine la silice qui est restée sur le filtre. Les calculs siliceux se reconnaissent à leur cendre infusible, qui, traitée par la soude, se dissout lentement en donnant une bulle de verre grise ou peu transparente.

L'acide carbonique existe dans l'urine, ainsi que l'ont constaté Proust et M. Delavaud. On en a trouvé 60 centimètres cubes pour 100 grammes. On ignore s'il est libre ou à l'état de bicarbonate. Il est plus probable qu'il est libre et dissous à la faveur du phosphate acide de soude. Il tendrait lui-même à dissoudre le phosphate de chaux, car si une urine acide riche en phosphate vient à être chauffée, elle précipite ces phosphates, qui se redissolvent dans un courant d'acide carbonique.

#### DE L'ANALYSE DE L'URINE EN GÉNÉRAL.

Dans l'étude que nous avons faite successivement des éléments qui constituent l'urine normale, nous avons indiqué à l'étude de chacun de ces corps les procédés d'analyse qui leur sont applicables. Existe-t-il une méthode qui permette de relier ensemble l'analyse de ces différents corps ou autrement qui permette de faire l'analyse générale et quantitative de l'urine. Si nous voulons doser chacun des corps que contient l'urine comme dans une analyse minérale peu complexe, une pareille méthode n'existe pas. Le liquide urinaire est trop complexe pour qu'on puisse en isoler successivement chacun des nombreux corps qu'il contient. Si nous voulons seulement déterminer d'une manière générale les principaux éléments tels que l'eau, l'urée, l'acide urique, les sels, les matières organiques; cette méthode existe, c'est celle de M. Lecanu avec quelques modifications. Pour faire cette analyse, on commence par recueillir l'urine sécrétée dans les vingt-quatre heures ou dans deux fois vingt-quatre heures; on note ses caractères physiques, sa réaction au papier de tournesol, enfin on la filtre. On en prend la densité à 10 degrés. Avec cette densité et les tables de M. Becquerel, on arrive de

suite à connaître la quantité d'eau et de matières solides qu'elle contient. On prend ensuite un poids donné de cette urine, on l'évapore au bain-marie en consistance sirupeuse, on la traite par l'alcool à 36, on filtre. La solution évaporée contient l'urée que l'on dose par le procédé indiqué à l'histoire de l'urée. Le produit qui reste sur le filtre contient l'acide urique, les sels terreux et alcalins. On le traite par l'acide chlorhydrique qui dissout les sels; l'acide urique n'est pas dissous. On le dessèche sur un filtre et on le dose, les sels sont dosés d'un autre poids de la même urine, que l'on évapore en consistance sirupeuse. On ajoute de l'acide nitrique, on calcine, et on dose les sels suivant les procédés ordinaires. Quant aux matières organiques, on les dose en soustrayant du poids total des matières solides données soit par évaporation à siccité, soit par l'aréomètre, le poids de l'urée de l'acide urique et des sels. La différence indique le poids des matières organiques.

On rapporte par des calculs très-simples les poids obtenus d'une quantité donnée d'urine à la totalité des urines rendues dans les vingt-quatre heures. On a ainsi l'analyse de l'urine dans son ensemble.

#### DES CORPS QUE L'ON RENCONTRE ACCIDENTELLEMENT DANS L'URINE.

*Du mucus, du mucopus, du pus.* — Il existe à l'état normal, mais plus souvent à l'état pathologique dans l'urine, une substance qui y est à l'état de mélange plutôt que de dissolution, car elle s'en sépare généralement en flocons. Cette substance appelée mucus n'est pas toujours visible à cause de sa division. Les flocons de mucus sont légers, transparents quand il y en a peu, plus gros, grisâtres, opaques lorsqu'il y en a plus comme dans le catarrhe vésical. Mais alors leur opacité est due généralement au pus qui accompagne l'épithélium. Recueilli sur un filtre, le mucus s'y présente comme une masse semi-liquide incolore, visqueuse gluante; les acides n'agissent pas sur lui; l'ammoniaque augmente sa viscosité. A la flamme de l'alcool, il se dessèche d'abord en formant un enduit brillant, puis il se gonfle et se charbonne avec dégagement d'une petite flamme due à de la matière grasse. Sa proportion dans l'Urine est d'environ 0,32 sur 1,000 grammes.

Sa présence dans l'Urine lui ôte souvent sa transparence et la rend visqueuse ou filante. Si l'on examine le mucus au microscope, il se présente en lamelles dont la transparence n'est interrompue que par des lignes très-fines qui forment

des réseaux de différentes largeurs. Leur forme est irrégulière, leur circonférence inégalement déchiquetée. Ces lamelles sont considérées comme les débris de l'épithélium qui recouvre la membrane muqueuse de la vessie. Elles sont quelquefois assez multipliées pour couvrir le champ du microscope. Entre ces lamelles épithéliales on trouve encore souvent, mais non toujours, de petits globules comme mamelonnés et framboisés, demi-transparents, avec des points opaques plus petits que les globules de pus, variant depuis  $\frac{1}{50}$  jusqu'à  $\frac{1}{80}$  de milli-

mètre. Ces globules sont connus sous le nom de globules muqueux. M. Donné les considère comme partie intégrante du mucus qui serait formé selon lui de mucus globulaire provenant de l'urèthre et de mucus squameux provenant de la vessie. D'autres observateurs se fondant sur leur absence fréquente, considèrent le mucus qui contient des globules muqueux comme un état intermédiaire entre le pus et le mucus qu'ils appellent muco-pus. Le mucus physiologique serait donc celui qui est privé de globules muqueux. Du reste, on trouve toutes les graduations entre le mucus sans globules et le muco-pus étayé de globules nombreux.

La présence du muco-pus en quantité considérable n'est pas physiologique, comme celle du mucus. On le rencontre surtout à la suite d'irritation de la muqueuse vésicale, et chez les femmes affectées de leucorrhée. Il faut éviter de confondre les dépôts floconneux semi-transparents du mucus avec les sédiments d'acide urique ou urates qui, eux-mêmes, sont quelquefois presque transparents; un examen attentif ou le microscope suffiront pour les distinguer.

S'il n'y a qu'une graduation insensible entre le mucus et le muco-pus, on peut dire aussi que les nuances entre le muco-pus et le pus sont aussi difficiles à saisir. Les états extrêmes sont faciles à reconnaître, mais il n'en est pas toujours ainsi des états intermédiaires. Le pus, lorsqu'il existe en quantité notable dans l'urine, lui donne un aspect louche; bientôt il se dépose au fond, et le liquide surnageant devient clair. Le dépôt se présente comme une couche mate, opaque, bien limitée, d'un blanc jaunâtre. Ces dépôts ont quelque ressemblance avec ceux de phosphate ammoniaco-magnésien. L'urine, dont le pus s'est déposé, a dissous une partie de ses principes, et surtout une proportion notable d'albumine coagulable par l'acide nitrique ou la chaleur.

Le dépôt de pus traité par l'ammoniaque se prend en une masse visqueuse et comme gélatineuse, due à la combinaison de la matière grasse du pus avec l'ammoniaque. L'éther enlève au dépôt de pus sa matière grasse qu'il laisse déposer

par son évaporation. Le dépôt de pus chauffé se dessèche et se carbonise avec flamme vive, due à la matière grasse.

Examiné au microscope, le pus s'y présente sous forme d'une multitude de globules sphériques mamelonnés, presque transparents, à bords nets et prononcés, d'un diamètre de  $\frac{4}{60}$  de millimètre, par conséquent plus gros que les globules

sanguins, qui n'ont que  $\frac{4}{120}$  de millimètre. Ces globules laissent voir au centre un noyau contenant trois à quatre nucléoles que l'acide acétique rend plus visibles, en dissolvant la couche extérieure du globule. Ces globules sont solubles dans l'ammoniaque, ce qui fait que, dans l'urine alcaline, ils sont rapidement déformés et deviennent difficiles à constater. Souvent dans l'urine normale ils sont aussi déformés, déchiquetés. Dans l'urine diabétique, au contraire, ils conservent longtemps leur forme.

Tels sont les caractères des globules de pus qui permettent de les distinguer des globules du sang et du mucus; les globules sanguins se distinguent par leur forme annulaire aplatie, leur dépression au centre, leur volume moindre, leur coloration. Le pus se distingue du mucus par sa viscosité plus grande, son opacité, sa réaction par l'ammoniaque, l'éther, la forme de ses globules plus gros que les globules muqueux et ayant un noyau au centre. De plus l'urine contenant du pus devient très-rapidement alcaline et, par conséquent, visqueuse. Les urines purulentes se rencontrent souvent après l'inflammation vive d'une des parties des organes urinaires, lorsqu'un abcès vient à percer dans une de ces parties; on a alors un élément précieux de diagnostic; le pus se trouve souvent enchevêtré dans le mucus ou les dépôts sédimenteux. Le microscope fera aisément reconnaître la nature de ces différents éléments.

#### OXALATE DE CHAUX ( $C^2 O^3$ , Ca O, 2 H<sub>2</sub>O).

La présence de l'oxalate de chaux dans l'urine est plus fréquente qu'on ne croit : M. Walshe l'y a trouvé 28 fois sur 100 chez l'homme, 33 fois chez la femme. On sait également que les calculs mûraux sont les plus fréquents après ceux d'acide urique; c'est surtout dans l'urine du matin qu'on le trouve, après l'usage d'une nourriture végétale: les vins mousseux, la bière mousseuse, les bi-



carbonates alcalins, les sels alcalins à acides végétaux paraissent augmenter sa quantité dans l'urine. Dans certaines maladies, telles que les catarrhes, la phthisie, la fin des fièvres typhoïdes, les urines contiennent de l'oxalate de chaux. L'ingestion de certaines substances qui en contiennent, en introduit dans la vessie; par exemple l'oseille, les tomates, la rhubarbe. Les enfants surtout ont de la tendance à produire de l'oxalate de chaux. On le trouve aussi sans cause connue chez les adultes. On le rencontre constamment chez les individus affectés de pertes seminales; aussi M. Donné conseille-t-il de rechercher toujours s'il n'y a pas de pertes séminales chez les individus dont les urines contiennent de l'oxalate de chaux; il est probable qu'il se trouve dans l'urine, après l'empoisonnement par l'acide oxalique.

Dans ces derniers temps, l'oxalate de chaux a été l'objet de nombreux travaux parmi lesquels je citerai surtout ceux de MM. Golding-bird, Frick et Bouchardat.

M. Golding-bird, a donné le nom d'oxalurie au fait de l'expulsion d'une grande quantité d'oxalate de chaux. Les malades ressentent tous une dépression nerveuse, sécheresse de la peau, troubles digestifs. Les pertes séminales accompagnent presque toujours, dans ce cas, l'oxalate de chaux. C'est probablement à elles qu'il faut attribuer une partie des symptômes ci-dessus.

D'après M. Frick, l'urée et les phosphates augmentent dans la diathèse d'oxalate de chaux; l'acide urique, au contraire, manque. Il reparaît quand l'oxalate diminue. Il a observé que, dans la diathèse d'oxalate de chaux, il y avait dyspepsie, dépression cérébrale, affaiblissement de la vue.

M. Bouchardat a aussi observé quelques cas d'oxalurie coïncidant avec un goût décidé pour les tomates. La suppression des aliments contenant de l'acide oxalique a suffi pour produire une amélioration rapide. Dans le cas où l'oxalate de chaux ne provient pas des aliments, il est probable qu'il se forme aux dépens de l'acide urique; ce corps est, en effet, en raison inverse dans l'urine de la quantité d'oxalate de chaux. M. Dobereiner explique cette transformation par une oxydation spéciale de l'acide urique qui, en prenant six équivalents d'oxygène, se change en oxalate d'ammoniaque, comme l'indique la formule.

Les graviers d'oxalate de chaux sont fréquents; sur 100 graviers, M. Lecanu en a trouvé 15, formés presque en totalité d'oxalate de chaux avec un peu d'acide urique ou de phosphates terreux. Leur formation est assez rapide. Comme celle des graviers à base de chaux, leur aspect est cristallin, plus ou moins brillant, leur couleur brunâtre.

Examiné au microscope, l'oxalate de chaux se présente sous forme de très-petits octaèdres dérivant du système cubique.

Ils ont toutes leurs faces égales ; ils sont brillants, incolores, transparents, très-nettement limités à arêtes vives, ils sont quelquefois aplatis ; leur aspect varie suivant leur position ; en les faisant rouler dans le liquide, on retrouve toujours l'octaèdre régulier, l'oxalate de chaux est rarement pur ; il entraîne généralement en se déposant du mucus, des matières colorantes et organiques qui lui donnent un aspect brunâtre.

Les calculs d'oxalate de chaux sont les plus nombreux après ceux d'acide urique. Sur 70 calculs au musée Dupuytren, il y en a 48 d'oxalate de chaux. Leur aspect rappelle la surface tuberculeuse des mûres, d'où leur vient leur nom de calculs mûriformes ou mûraux ; quelquefois, cependant, ils sont lisses. Rarement ces calculs sont purs ; ils contiennent soit de l'acide urique, des phosphates, des urates ; leur couleur est brune, leur texture cristalline et compacte. Ces calculs sont les plus durs qui existent. L'oxalate de chaux forme souvent le noyau d'autres calculs ; souvent aussi il se dépose en couches sur d'autres calculs.

Les calculs d'oxalate de chaux ne font pas effervescence par les acides chlorhydrique et nitrique, mais chauffés au rouge, ils deviennent blancs et dégagent alors par les acides de l'acide carbonique. On reconnaît la présence de la chaux dans la liqueur acide. Chauffés plus encore, il reste pour résidu, au lieu de carbonate de chaux, de la chaux vive qui réagit comme un alcali sur le tournesol ; chauffés avec de l'acide sulfurique, ils produisent de l'effervescence en noircissant. Ces caractères suffisent pour distinguer la gravelle et les calculs d'oxalate de chaux.

#### CYSTINE ( $C^6\ AZ\ S^2\ H^4\ O^4$ ).

La cystine se présente dans l'urine sous forme de graviers ou de calculs, elle a été découverte par Wollaston, dans un calcul et appelée par lui oxyde cystique. A l'état pur, cette substance est blanche, cristalline, demi-transparente, insipide, insoluble dans l'eau et l'alcool, très-soluble dans l'ammoniaque et la potasse ; elle est aussi soluble dans les acides chlorhydrique, azotique, sulfurique étendus, et forme avec ces acides des sels très-instables. La cystine chauffée sur un charbon ardent développe une odeur alliacée caractéristique. M. Liebig s'est servi de la présence du soufre dans ce corps pour reconnaître la cystine ; pour cela il traite la

substance par l'oxyde de plomb dissous dans la potasse. En chauffant, il se précipite du sulfure de plomb, qui indique la cystine, si on a eu soin de s'assurer préalablement que la substance n'était pas albumineuse. On peut encore traiter la substance par le nitre et la potasse chauffés au rouge ou l'eau régale concentrée. Il se forme de l'acide sulfurique que l'on reconnaît à ses réactifs.

Les calculs de cystine sont généralement purs, on en extrait facilement la cystine en les dissolvant dans l'ammoniaque, filtrant et concentrant la solution qui laisse déposer de petits cristaux qui ne contiennent pas d'ammoniaque. On peut encore l'obtenir en traitant le calcul par la potasse, qui le dissout. On filtre et on précipite la cystine par l'acide acétique.

La cystine se présente quelquefois à l'état cristallin dans l'urine. Ce sont des cristaux lamelleux, hexagonaux, généralement réguliers, isolés, quelquefois en groupe.

Les graviers de cystine offrent une translucidité qui rappelle celle de la corne ou de la cire ; ils peuvent se rencontrer pendant longues années sans altérer la santé.

Les calculs sont rares, leur moyenne par rapport aux autres est de 1 sur 150, leur volume est généralement petit. M. Civiale, qui a surtout étudié les calculs de cystine, en a trouvé un de la grosseur d'un œuf ; ils cèdent facilement, selon lui, aux instruments lithotriteurs ; ils ont la surface rugueuse, l'aspect cristallin, ou cireux. Ils se reconnaissent facilement aux caractères donnés plus haut : la solubilité dans l'ammoniaque, la translucidité, l'odeur alliagée sur les charbons, la forme hexagonale des cristaux, leur légèreté.

#### ZANTINE OU OXIDE ZANTIQUE.

La zantine découverte par M. Marcet, ne se rencontre que très-rarement dans l'urine. Elle y est sous forme de calcul ; son nom lui vient de la coloration jaune qu'elle affecte au contact de l'acide nitrique. Sa formule est  $C^{10}Az^4H^4O^4$ . Elle ne diffère de l'acide urique que par 2 équivalents d'oxygène ; on l'appelle souvent acide ureux, en raison de ce qu'il se combine aux bases avec lesquelles il forme des combinaisons très-facilement décomposables.

La zantine est blanche, d'aspect cireux, peu soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, l'éther. Sans action sur le tournesol. Soluble dans les carbonates alcalins, les alcalis caustiques, l'acide sulfurique concentré, l'acide nitrique ; pour l'ex-

traire, on dissout le calcul dans la potasse et on précipite la solution par l'acide carbonique. Les calculs de zantine sont compacts, durs, lamelleux, de couleur jaunâtre; leur grosseur varie depuis celle de gravier jusqu'à un œuf de poule. L'acide nitrique concentré le dissout rapidement et forme un liquide rouge brun qui colore l'eau de la même teinte.

#### URINES CHYLEUSES, GRAISSEUSES, LAITEUSES.

J'ai réunis ces trois sorte d'urine, qui ne sont qu'une même espèce d'urine différant seulement par quelques caractères de second ordre, et surtout par leur coloration plus ou moins marquée.

Le caractère commun à ces urines est d'être rendues opalescentes ou lactescentes par une proportion plus ou moins grande de globules grasseeux tenus en suspension dans l'urine. Les urines grasseseuses sont celles qui en contiennent le moins, puis viennent les urines chyleuses, et enfin les urines laiteuses, qui contiennent assez de gouttelettes pour avoir l'aspect de lait.

*Urines grasseseuses.* — Dans l'urine normale, mais surtout dans certaines urines pathologiques, on trouve des globules grasseeux, dont le volume varie depuis 1/1000 de millimètre jusqu'à 50/1000. Ces gouttelettes sont liquides, molles, d'une coloration jaune plus prononcée que celle des globules de lait. Par le repos elles montent à la surface et forment avec l'épithélium, les phosphates, ou les urates qu'elles entraînent, une couche dans laquelle on les reconnaît facilement au microscope à leur forme sphérique. Les urines grasseseuses deviennent claires par l'agitation avec l'éther, qui dissout la matière grasse.

Les *urines chyleuses* ne sont que des urines qui tiennent une plus grande quantité de globules grasseeux que les urines précédentes. Elles ont une apparence opaline. Les globules y sont plus petits toutefois que ceux des urines grasseseuses. Ils se rapprochent de ceux du chyle. Elles contiennent, en outre des globules blancs, analogues à ceux du sang et un peu d'albumine. Elles forment, comme les précédentes, une couche crémeuse à leur surface. On les rencontre surtout chez les habitants des pays chauds.

*Urines laiteuses.* — On n'a pas d'exemple, ainsi que l'a prouvé M. Rayet, d'urines contenant réellement du lait. M. Vidal cependant a publié l'observation d'une urine laiteuse analysée par M. Grassi, dont l'authenticité est hors de doute. On la

trouvera dans son *Traité de Pathologie externe*. Les urines qu'on appelle *laitueuses* sont des urines qui, contenant beaucoup de globules graisseux ou de pus, ont l'aspect lactescent. Les phosphates tenus en suspension peuvent leur donner cet aspect. On n'a jamais signalé, dans ces urines, la présence de caséine coagulable par l'acide acétique, non coagulable par la chaleur.

#### DE L'ALBUMINE.

L'albumine se présente dans un très-grand nombre de cas ; sa présence y est toujours l'indice d'un état pathologique. L'urine normale, en effet, n'en contient pas de trace.

L'albumine est un liquide incolore, inodore, filant, dense, non endosmotique, déviant vers la gauche le plan de la polarisation, soluble dans l'eau. Sa solution chauffée à 63° commence à se coaguler. A 75° elle se sépare complètement de l'eau ; si la dissolution est étendue, ce n'est qu'au point d'ébullition qu'elle se sépare complètement. L'alcool précipite l'albumine ; le précipité peut se redissoudre dans l'eau, mais l'albumine coagulée dans l'eau est insoluble. Les acides nitrique, sulfurique, chlorhydrique, phosphorique, précipitent l'albumine de sa dissolution dans l'eau ; l'acide chlorhydrique concentré la dissout, avec une coloration bleue caractéristique des matières albuminoïdes. Les alcalis dissolvent l'albumine. Sa solution dans les alcalis n'est plus précipitable par la chaleur, mais les acides en saturant l'alcali rendent à l'albumine sa coagulabilité. Les alcalis redissolvent l'albumine coagulée. Les sels métalliques forment avec l'albumine des précipités qui ne sont pas des combinaisons définies.

D'après M. Mialhe l'albumine existe dans l'économie sous trois états bien distincts : 1° l'albumine normale physiologique, identique avec le blanc d'œuf, se précipitant complètement par la chaleur et l'acide nitrique sans qu'un excès d'acide puisse dissoudre le précipité ; 2° l'albumine modifiée amorphe, caséiforme, qui représente l'état intermédiaire par lequel les matières albumineuses doivent passer pour devenir albumineuse. Elle est précipitée incomplètement par la chaleur et l'acide nitrique qui, en excès, dissout le précipité ; 3° l'albumine, qui est le produit ultime de la transformation des matières albuminoïdes. Elle est soluble, endosmotique ; elle ne précipite pas par la chaleur ni l'acide nitrique, mais seulement par les réactifs qui décèlent les matières animales : l'alcool, le tannin, la créosote, etc.

Les causes qui déterminent le passage de l'albumine dans l'urine sont multiples. M. le professeur Gubler les divise en quatre classes :

1° Hyperémie inflammatoire.

2° Hyperémie mécanique.

3° Altération du sang.

4° Altération du système nerveux.

Dans la première classe, il range la néphrite simple, la néphrite albumineuse aiguë, les néphrites spécifiques, la variole, l'érysipèle, la néphrite cantharidienne, la goutte, les maladies aiguës, telles que fièvre typhoïde, etc.

Dans la deuxième classe, il place les causes provenant d'obstacles mécaniques, telles que la présence de granulations dans le rein, la néphrophlébite, l'oblitération des grosses veines par caillots, etc., les affections organiques du cœur, les caillots polypiformes, l'emphysème, la pneumonie, la bronchite, la pleurésie, les tumeurs abdominales, les épanchements péritonéaux, l'agonie.

Dans la troisième classe, il range les affections accompagnées d'altérations du sang, le choléra, le purpura, les fièvres continues, les cachexies miasmatiques, paludéennes, les maladies virulentes, la grossesse, l'intoxication alcoolique, etc.

Dans la quatrième classe enfin, les affections du système nerveux, telles que les affections de la moelle, l'épilepsie, et peut-être l'éclampsie. Comme on le voit, les affections dans lesquelles on trouve de l'albumine dans l'urine, sont on ne peut plus variées. Les maladies qui introduisent de l'albumine étant de natures très-diverses, on comprend que l'urine albumineuse varie d'aspect et de composition suivant la cause qui lui a donné naissance.

Dans les affections liées à un état fébrile ou inflammatoire, soit général, soit local, les urines albumineuses sont fortement colorées, denses, acides, peu abondantes, laissant déposer des sédiments, du mucus; elles contiennent une proportion variable d'albumine suivant la maladie et l'état local des reins, l'albumine y est à l'état permanent ou passager : dans les fièvres intermittentes, typhoïdes, le rhumatisme articulaire, la pneumonie, la bronchite, etc., qui toutes appartiennent à cette classe, l'albumine n'est que passagère lorsqu'elle y existe; dans la néphrite albumineuse aiguë, elle est permanente; dans celle qui survient comme complication finale du diabète, l'urine prend aussi les caractères fébriles; la présence de l'albumine dans ce cas est un pronostic funeste, elle indique une altération complète des reins qui ne peuvent plus s'opposer à la filtration de l'albumine normale; dans

le cantharidisme, les urines sont sanguinolentes, on y trouve en outre des filaments de fibrine qui ont la forme de tubes rénaux où ils se sont formés. Dans les maladies par altération du sang, le purpura, la scarlatine surtout, les urines albumineuses participent plus ou moins des urines fébriles. Dans la scarlatine, la persistance de l'albumine est un augure des plus fâcheux pour l'état des reins; dans les affections, ayant surtout pour caractère général l'état chronique, les urines albumineuses ont un tout autre aspect, elles sont ordinairement limpides, décolorées; tous leurs principes sont à la fois diminués proportionnellement, leur densité est inférieure à celle de l'urine normale, elles sont faiblement acides; ces urines se rencontrent surtout dans la plus grande durée de la maladie de Bright; la persistance de l'albumine est un des caractères fondamentaux de ces urines; souvent ces urines, que M. Becquerel appelle anémiques, alternent avec les urines dites fébriles, quand, par des causes accidentelles, la maladie chronique passe à l'état aigu. Dans un grand nombre de cas, l'urine albumineuse a les caractères de l'urine normale, par exemple, dans les affections du cœur, au début de la maladie de Bright, dans la grossesse, les épanchements péritonéaux; elle ne se distingue alors des urines normales que par une densité plus grande et un aspect plus visqueux ou filant; dans une autre classe d'urines albumineuses, nous rangerons les urines alcalines qui appartiennent surtout à quelques cas de néphrite albumineuse; ces urines sont visqueuses par suite de l'action de l'ammoniaque sur le mucus; dans ces urines, l'urée a en grande partie disparu et subi la transformation ammoniacale; aussi trouve-t-on parmi les produits sédimenteux de ces urines des phosphates et des carbonates. Les urines albumineuses, en général, ont une densité élevée, variant de 1,015 à 1,025; elles moussent et sont visqueuses, elles contiennent une quantité d'urée inférieure à la quantité normale et qui varie en rapport inverse avec l'albumine; la quantité moyenne à l'état normal étant 48 grammes par vingt-quatre heures, on n'en trouve généralement dans l'urine albumineuse que 8 à 10 grammes.

En énumérant les cas où l'on trouve de l'albumine dans l'urine, nous en avons omis trois avec intention; dans ces trois cas, l'albumine doit sa cause, non à une sécrétion anormale du rein, mais à la présence dans l'urine d'un corps étranger qui contient lui-même de l'albumine, ce sont de fausses albuminuries. Lorsque l'urine contient du sang, son sérum étant albumineux, l'urine se trouve être albumineuse; le pus qui se rencontre très-fréquemment dans l'urine contient de l'albumine; les urines purulentes seront donc albumineuses;

le sperme introduit aussi de l'albumine dans l'urine ; dans tous ces cas, l'albumine n'est pas la maladie, elle est seulement un indice des corps étrangers.

Les quantités d'albumine que contiennent les urines, varient suivant les maladies, et suivant les périodes de ces maladies ; quelquefois la chaleur n'y produit qu'un léger trouble ; d'autres fois un coagulum épais ; il ne faut pas du reste attacher une trop grande importance à la quantité d'albumine contenue dans l'urine ; elle est en effet souvent assez considérable, sans pour cela indiquer un état fâcheux. C'est ce qui a lieu dans les affections où sa présence est passagère ; lorsqu'au contraire, sa présence est permanente , elle est d'un pronostic beaucoup plus grave ; la persistance de l'albumine dans l'urine caractérise la maladie de Bright ; quelquefois cependant dans le cours de la maladie l'albumine peut disparaître pendant un temps plus ou moins long, mais elle reparait bientôt ; la proportion d'albumine varie d'un jour à l'autre dans la maladie de Bright ; l'ingestion d'aliments albuminoïdes a une influence marquée sur la sécrétion. M. le professeur Gubler a reconnu, contrairement à ce qu'on avait admis jusqu'alors, que les urines de la digestion contenaient plus d'albumine que celles de la nuit ; peut-être pourrait-on en tirer une conséquence thérapeutique.

La présence de l'albumine dans l'urine se reconnaît par deux moyens : la chaleur, les acides. Lorsqu'on expose une urine albumineuse dans un tube à la flamme de l'alcool, l'urine se trouble bientôt ; on voit d'abord apparaître un nuage blanchâtre opalin ; si l'urine ne contient que fort peu d'albumine, aucun autre phénomène n'apparaîtra, mais s'il y en a une quantité suffisante, on verra bientôt se former sur les parois du tube des stries blanchâtres qui gagnent insensiblement le centre et qui finissent par déterminer dans le liquide un coagulum blanc, en rapport avec l'albumine qu'il contient ; cette coagulation d'albumine commence à  $+ 65^{\circ}$  environ, et à l'ébullition elle est complète ; le phénomène est constant si la liqueur albumineuse est acide, mais si l'urine est alcaline, elle ne se coagule pas et reste transparente : cela tient à ce que l'albumine est soluble dans les alcalis qui empêchent sa coagulation ; il suffit alors pour la coaguler de verser dans la liqueur quelques gouttes d'acide ; quelquefois l'urine alcaline laisse cependant précipiter de l'albumine, cela tient à ce que la proportion d'albumine est trop considérable pour que l'alcali agisse complètement sur elle. D'après MM. Guibourt et Rayer, une petite quantité d'acide nitrique ou phosphorique ôte à l'albumine, lorsqu'il y a en peu, la propriété de se coaguler par l'ébullition, mais elle ne lui ôte pas celle de se précipiter par un excès d'acide ; dans ce cas, comme dans celui d'urines



alcalines, il est donc utile d'employer à la fois la chaleur et l'acide. Les urines alcalines donnent quelquefois un précipité blanc qu'il faut éviter de confondre avec l'albumine; ce précipité n'est autre que du carbonate ou phosphate de chaux produit sous l'influence de la chaleur par double décomposition; il se distingue de l'albumine par sa solubilité dans les acides. Lors donc qu'on voudra essayer l'urine albumineuse par la chaleur, il sera bon d'essayer si l'urine est acide; et si elle ne l'est pas, l'acidifier. L'acide nitrique est un excellent moyen de reconnaître l'albumine; lorsqu'on verse quelques gouttes de cet acide dans une urine albumineuse, on voit apparaître un nuage opalin, s'il n'y a que peu d'albumine; ou un coagulum parfait s'il y en a une quantité suffisante.

Lorsqu'une urine est riche en acide urique ou urates, l'acide nitrique y détermine également un précipité blanc qui pourrait être confondu avec de l'albumine; l'excès d'acide redissolvant le précipité d'acide urique, on pourra reconnaître ainsi la nature du précipité; la chaleur qui redissout le précipité d'acide urique pourra également servir à le distinguer de l'albumine. Il peut arriver qu'une urine contienne à la fois de l'acide urique et de l'albumine; l'acide nitrique précipite à la fois ces deux corps; mais on peut reconnaître facilement ce qui appartient du précipité à chacun de ces corps en traitant l'urine par l'acide acétique qui ne précipite que l'acide urique; on peut également chauffer ces deux urines, l'albumine seule sera précipitée; dans un cas analogue, il pourrait se présenter à la fois dans une urine un dépôt d'urate et de l'albumine; une personne inexpérimentée, en cherchant la nature du dépôt par la chaleur, pourrait coaguler l'albumine et être trompée sur la nature du précipité; on évitera cette cause d'erreur en chauffant très-doucement le précipité qui se dissoudra à  $+ 40^{\circ}$ , tandis que l'albumine ne commence à se coaguler qu'à  $+ 65^{\circ}$ , c'est-à-dire assez longtemps après la dissolution du précipité d'urate.

Lorsqu'il n'y a que des quantités très-petites d'albumine dans une urine, il peut se faire qu'elle ne précipite pas par l'acide nitrique; cet acide, en effet, en dissout de petites quantités. Il est donc utile encore dans ce cas d'employer conjointement la chaleur et l'acide nitrique: nous trouvons aussi dans ce fait l'indication de ne pas verser, dès le principe, un excès d'acide nitrique dans une urine qu'on suppose faiblement albumineuse.

Nous avons dit, en parlant des propriétés de l'albumine, qu'elle était complètement insoluble dans les acides, et qu'elle se congelait complètement par la chaleur; comment donc se fait-il que l'on ait observé que l'acide nitrique la redis-

solvait quelquefois et que l'ébullition ne la précipitait pas toujours complètement ? Cela tient, ainsi que l'a prouvé M. Mialhe, à ce que l'albumine n'existe pas toujours à l'état d'albumine normale dans l'urine ; souvent, presque toujours même, suivant lui, dans la maladie de Bright, l'urine est à l'état d'albumine caséiforme ; ses caractères, on le sait, sont d'être soluble dans un excès d'acide et d'être incomplètement coagulable par la chaleur.

En présence de tous les inconvénients attachés à l'emploi de l'acide nitrique et de la chaleur, on a essayé de les remplacer par d'autres réactifs ; l'alcool, le bichlorure de mercure, l'alun, le tannin, etc., ont été tour à tour proposés, mais sans succès ; l'alcool coagule bien les urines albumineuses, mais il précipite aussi le mucus et les sels de l'urine ; le tannin précipite l'albumine, mais il précipite également les matières animales ; l'alun et le bichlorure de mercure précipitent les urines albumineuses, mais souvent aussi celles qui ne le sont pas ; l'acide nitrique et la chaleur sont encore les seuls réactifs qui conviennent, mais il ne faut pas oublier qu'ils devront toujours être employés conjointement.

Lorsqu'on veut doser l'albumine dans l'urine, il suffit de la précipiter de sa solution par la chaleur : l'albumine coagulée est lavée avec de l'eau chaude d'abord, puis avec de l'alcool ; on sèche et on pèse ; en cet état, l'albumine n'est pas pure, elle contient des sels qui l'accompagnent obstinément ; mais dans les analyses médicales, les résultats sont assez approximatifs.

#### DE LA KYESTÉINE.

On donne le nom de kystéine à une substance blanche, crémeuse, qui surnage l'urine des femmes enceintes trois ou quatre jours après son émission ; lorsque l'on examine l'urine d'une femme enceinte de trois à quatre mois, cette urine est acide à l'émission, un peu louche ; au bout de vingt-quatre à trente-six heures, on aperçoit à sa surface une foule de petits grains brillants cristallins : ces granulations se réunissent et constituent enfin une couche transparente mince ; au bout de trois à quatre jours, la pellicule acquiert des dimensions considérables, elle devient crémeuse, jaunâtre, couverte de petits grains cristallins, elle ressemble alors à la couche de graisse qui surnage le bouillon ; l'urine a une odeur forte ; vers le cinquième ou le sixième jour, cette couche laisse déposer des débris qui se précipitent au fond, mais ils sont remplacés jusqu'à ce que l'évaporation et la putréfaction

fassent perdre à la couche ses caractères. La kystéine paraît vers le deuxième ou le troisième mois de la grossesse et tend à diminuer, et même à disparaître dans le huitième et le neuvième mois. M. Kent en a trouvé soixante-quinze fois sur quatre-vingt cinq. Elle serait donc un signe précieux pour la grossesse dans les premiers mois surtout, où son diagnostic est souvent obscur; sa présence cependant n'est pas constante et elle peut exister dans des cas pathologiques sans grossesse; ce n'est donc pas un signe certain; toutefois, comme elle n'existe pas dans l'urine des femmes non enceintes et bien portantes, c'est un caractère utile. Les auteurs qui se sont occupés de la kystéine lui ont assigné des caractères chimiques qui en feraient un corps particulier; mais il est prouvé maintenant que la kystéine n'est pas un principe immédiat, mais un composé d'une matière gélatino-albumineuse avec du phosphate et carbonate calcaire amorphe, du phosphate ammoniacomagnésien, et plus tard des infusoires, des vibrions et des monades.

#### DU SANG.

Le sang se trouve assez souvent dans l'urine, dans les cas d'hématurie, d'inflammation violente des organes urinaires, de purpura, etc. L'urine qui contient du sang a l'aspect rougeâtre, sanguinolent; elle est coagulable par la chaleur. Lorsqu'on la laisse reposer, on remarque au fond de l'éprouvette un dépôt rougeâtre constitué par des globules.

M. Lecanu est parvenu à reconnaître dans l'urine un millième de son poids de sang par le procédé suivant :

On fait bouillir l'urine sanguinolente de manière à coaguler les matières albumineuses, après avoir pris soin de les additionner de quelque peu d'acide nitrique, si elles sont ammoniacales; on laisse déposer, on décante le liquide clair surnageant, on jette sur un filtre le dépôt albumineux, on le lave d'abord avec de l'eau, puis avec de l'alcool destiné à chasser l'eau qui l'imprégnait; on détache le dépôt du filtre, on l'introduit dans un matras avec de l'alcool à 36° légèrement aiguisé d'acide sulfurique pur, et on fait bouillir; le dépôt, de brun rougeâtre qu'il était, devient complètement incolore, par la soustraction du principe colorant, et l'alcool prend une teinte brune, que l'addition d'un léger excès d'ammoniaque fait passer au rouge, en même temps qu'il y détermine la formation d'un dépôt blanc de sulfate d'ammoniaque; la solution alcoolique étant décantée, puis évaporée, laisse

la matière colorante venir à la surface du liquide sous forme d'une matière noire d'aspect résinoïde très-soluble dans l'éther acétique et dans l'alcool ammoniacal, qui le colore en rouge. On continue à évaporer, et on calcine; il reste dans le creuset une cendre de couleur rouge, soluble dans l'acide chlorhydrique pur et formant avec lui une solution jaune susceptible, étant étendue, de produire immédiatement par l'addition de prussiate jaune de potasse un précipité bleu; le dépôt formé par la chaleur, dans les urines purement albumineuses, est blanc, ne colore pas l'alcool sulfurique ammoniacal et ne lui cède pas de fer. Tant qu'elle ne devient pas alcaline, l'urine jouit, comme le sérum, de la propriété de ne pas dissoudre les globules sanguins; on les retrouve dans le dépôt; leur forme y est à peu près la même que dans la masse du sang, seulement ils ne sont pas toujours réguliers, et on en trouve de plus ou moins altérés; ce sont des globules circulaires aplatis, renflés vers leurs contours, déprimés au centre qui paraît clair ou obscur, suivant la distance de l'objectif; ils ressemblent à de petites lentilles molles dont on aurait déprimé le centre par une légère pression; leur contour est nettement dessiné: cette circonstance jointe à la dépression noire centrale fait qu'ils ressemblent à un anneau. Si on introduit une goutte d'acide acétique sous le champ du microscope, ils se dissolvent instantanément; l'acide nitrique ne les attaque pas, leur grosseur est de  $\frac{1}{120}$  de millimètre. Lorsque l'urine est alcaline, ou le devient par décomposition, les globules sont rapidement décomposés et on ne peut plus les reconnaître au microscope d'une manière précise: c'est alors que le procédé de M. Lecanu est précieux.

#### DU SPERME.

Le sperme existe assez souvent dans l'urine. Lorsqu'elle en contient, elle a les caractères suivants: Il existe un nuage semi-transparent se déposant en général au fond au bout d'un certain temps. La quantité d'albumine que contient l'urine est très-minime, l'acide nitrique, en effet, n'y produit qu'un léger nuage. Lorsqu'on l'évapore, l'urine répand une odeur caractéristique de sperme. L'existence des spermatozoaires est toutefois le seul signe certain de la présence du sperme dans l'urine. Pour les reconnaître, on reçoit l'urine dans une éprouvette longue et étroite; les zoospermes, qui sont plus pesants que ce liquide, se déposent au fond. On décante et l'on porte une goutte du dépôt sur le microscope; on y trouve

un certain nombre de zoospermes dont la forme peut être comparée à celle des petits têtards ; ils sont formés d'une partie renflée ou tête, et d'un long prolongement filiforme allant en s'amincissant, pour se terminer en queue de la longueur d'environ un vingtième ou un trentième de millimètre. Une seule goutte suffit pour en montrer un grand nombre. Dans l'urine on trouve toujours les zoospermes morts ; leur corps y est allongé, au lieu d'être contourné. Dans les urines acides, les zoospermes ont toujours ces caractères et s'y conservent assez bien pour être reconnaissables après plusieurs jours. Dans les urines alcalines, ils sont rapidement décomposés et se dissolvent à l'aide de l'alcali ; souvent les zoospermes sont mélangés dans le dépôt du pus ou à des sédiments cristallins. Dans le pus ils se conservent bien, et souvent même on les trouve encore vivants. S'ils sont au milieu d'un dépôt sédimenteux, souvent ils se recouvrent de cristaux et deviennent méconnaissables au microscope. Pour les reconnaître, on étend l'urine d'eau qui dissout les sels, et si cela n'est pas suffisant, on chauffe légèrement ; l'ébullition dissout les sels, mais n'attaque pas les zoospermes ; ils se présentent alors avec la forme qui leur est propre.

#### DE LA BILE.

Dans tous les cas où il y a ictère, la bile se rencontre dans l'urine ; sa présence s'y reconnaît facilement à la teinte jaune ou verdâtre de l'urine. Quels sont les éléments de la bile que l'on rencontre dans l'urine ? On n'est pas encore d'accord sur ce point. Braconnot pensait que les urines bilieuses ne doivent leur teinte qu'à la matière colorante ; M. Orfila y a trouvé une partie des éléments de la bile ; M. Bouchardat y a trouvé les éléments de la bile moins les acides gras, l'acide cholique, la cholestérine, la taurine. L'urine bilieuse contiendrait donc la matière colorante, le picromel ou principe amer, la résine biliaire, les sels de la bile et du sucre biliaire.

Traitée par l'acide nitrique, l'urine ictérique fournit une réaction caractéristique : si l'acide n'est pas en excès, il produit d'abord une coloration verte ; bientôt cette coloration change et devient bleue, puis successivement violette, rouge, et enfin jaune pâle. Cette réaction résulte probablement de l'action de l'acide sur la matière colorante. La bile peut encore être accusée par un mélange d'acide sulfurique et de sucre, qui produisent dans la liqueur une belle couleur violette.

M. Pettenkoffer, auquel est dû ce réactif, conseille de mélanger le liquide biliaire avec les deux tiers de son volume d'acide sulfurique, en ayant soin de ne pas laisser élever la température, puis d'ajouter quatre à cinq gouttes d'une solution de sucre de canne faite avec une partie de sucre et cinq d'eau. Les urines ictériques précipitent en jaune verdâtre par le sulfate de fer, en vert par le protochlorure d'étain, en vert brunâtre par l'acétate de plomb; mais ces réactions ne sont pas caractéristiques. Un linge trempé dans une urine ictérique prend une teinte jaune; lorsqu'il se forme un sédiment dans une urine ictérique, il n'entraîne pas généralement la matière colorante. M. Bouchardat a trouvé dans l'urine ictérique une matière albumineuse altérée; M. le professeur Gubler a retrouvé cette albumine, qui paraît être une modification analogue à l'albumine caséiforme.

#### DU SUCRE.

La recherche du sucre est un des points les plus intéressants de la pathologie de l'urine. Le diabète est la cause la plus fréquente de la présence du sucre dans les urines, mais il n'en est pas la seule origine; on le voit apparaître chez les animaux sous l'influence d'une grande gêne de la respiration, chez les phthisiques, chez les vieillards qui succombent à un catarrhe, à la fin des attaques d'épilepsie; on le rencontre aussi chez les asphyxiés par pendoison, submersion, strangulation; dans les profondes altérations du système nerveux. M. Bernard l'a remarqué aussi chez les animaux dont il piquait le quatrième ventricule. Le sucre que l'on retrouve dans l'urine est le sucre identique à la glycose; en effet, il dévie à droite les rayons de lumière polarisée, et l'addition des acides ne l'intervertit pas, propriété qui distingue la glycose du sucre de canne, lequel peut être interverti par les acides, et du sucre interverti qui dévie le rayon polarisé à gauche. Il est certain que le sucre de l'urine provient de la transformation du sucre, de la lactine, des féculents ingérés dans l'économie. M. Bouchardat a même prouvé qu'il était en rapport, dans le diabète, avec la quantité de féculents et de sucre ingérés.

Avant de décrire les caractères physiques et chimiques des urines diabétiques et leur analyse, je rappellerai quelques-unes des propriétés de la glycose qui intéressent notre sujet. La glycose a pour composition :  $C^{12}H^{14}O^{14}$ ; elle est soluble dans l'eau, dont elle se dépose en petits cristaux mamelonnés; dans l'alcool,

dont elle se dépose en tables carrées ou en cubes. Chauffée à  $+ 150^{\circ}$ , elle se caramélise; les acides chlorhydrique et sulfurique la transforment en une matière brune, ulmine, acides ulmique et formique. L'action des bases sur la glycose est caractéristique : lorsqu'on la chauffe avec la potasse, la soude, la chaux, il se forme des glycosates, combinaisons éphémères qui se détruisent rapidement et donnent lieu à un produit rougeâtre ou brunâtre contenant de l'ulmine, de l'acide formique, de l'acide mélassique qui, par des transformations ultérieures, se transforment en eau, acide carbonique et produits ulmiques bruns ou noirs.

La glycose jouit de la propriété de réduire certaines dissolutions métalliques, tels que le sulfate et l'acétate de cuivre, l'azotate de protoxyde de mercure, le nitrate d'argent, etc. Mais cette propriété ne peut s'exercer qu'en présence d'alcalis libres ou carbonatés à chaud comme à froid. Ce serait, d'après M. Mialhe, non pas à la glycose elle-même, mais aux matières ulmiques, qui sont le produit de l'action des alcalis sur la glycose, et qui seules sont propres à absorber l'oxygène, qu'il faudrait attribuer la réduction des oxydes métalliques. La glycose se transforme sous l'influence d'un ferment en alcool, en acide carbonique et en eau; la glycose peut, sous l'influence des ferments, éprouver successivement les fermentations lactique et butyrique.

Les urines des glycosuriques ont des caractères physiques qui le plus souvent aident à les reconnaître; elles sont généralement incolores, d'une odeur nulle ou fade, d'une saveur douce et sucrée; elles ne se putréfient que très-lentement; leur densité est remarquable; elle varie depuis 1,020 jusqu'à 1,075 à  $+ 12^{\circ}$ . Plus souvent elle oscille entre 1,020 et 1,040. Leur réaction est généralement acide, c'est à la présence de l'acide lactique libre qu'il faut l'attribuer. La quantité d'urine rendue par un diabétique dans les vingt-quatre heures, varie avec la quantité d'eau ingérée; en moyenne elle est de 4 à 8 litres; quelquefois elle croît à 18, 20 et 25 litres; quelquefois l'urine est normale, alors elle a l'aspect d'un sirop clair. En général, l'urine rendue est en proportion, non-seulement de la quantité d'eau ingérée, mais aussi de la quantité d'aliments féculents (M. Bouchardat). La quantité de sucre contenue dans l'urine varie depuis  $\frac{1}{30}$  jusqu'à  $\frac{1}{7}$  du poids total de l'urine.

Le procédé d'analyse le moins recommandable de tous, est celui qu'ont suivi longtemps les médecins et qui depuis a été abandonné, c'est l'aréométrie. On prenait une éprouvette qu'on remplissait d'urine, on y plongeait un aréomètre,

on calculait la proportion de sucre d'après le degré plus ou moins élevé de l'instrument. Cette méthode est expéditive, mais elle est vicieuse. En effet, les quantités de substances solides contenues dans l'urine venant à augmenter ou à diminuer, la densité se trouvera influencée par ces matières solides et l'on attribuera au sucre un effet qui ne lui appartiendra pas. M. Bouchardat a vu des urines d'une densité de 1,035 ne contenant pas de sucre, et par contre, il en a trouvées dans une urine qui n'avait qu'une densité de 1,009. Néanmoins, lorsqu'on prend en considération la quantité d'urine rendue dans les vingt-quatre heures, l'état du malade, et les aliments pris dans le même espace de temps, la détermination de la densité peut donner commodément quelques résultats approximatifs; on pourra même affirmer la présence du sucre à l'aide de l'aréomètre lorsque l'urine indiquera une densité supérieure à 1,040.

Nous avons dit que lorsqu'on fait bouillir de la glycose avec une dissolution de potasse, de soude ou de chaux, le mélange brunissait. Cette coloration, que ne partage pas le sucre de canne et qui est d'autant plus forte que la liqueur contient plus de sucre, a fourni à M. Bouchardat un mode élégant et facile d'analyse du sucre de diabète dans l'urine; on décèle ainsi par la réaction d'un de ces alcalis la présence d'un décigramme de glycose dans un litre d'urine, par un essai qui est terminé en quelques minutes et ne donne aucun embarras.

Quel alcali doit-on préférer? L'essai par la potasse paraît, au premier abord, préférable en raison de son action plus énergique et de son maniement facile; aussi a-t-elle été employée beaucoup et l'est-elle encore souvent: cependant son usage présente un grave inconvénient. Plusieurs matières extractives de l'urine se colorent par la potasse et peuvent ainsi induire en erreur l'expérimentateur. On ne peut faire ce reproche à la chaux; aussi M. Bouchardat lui donne-t-il la préférence. Voici comment il l'emploie: on éteint, à l'aide d'un peu d'eau, 50 grammes de pierre à chaux vive et on délaye exactement dans un litre d'eau, de manière à former un lait de chaux que l'on conserve dans un flacon bien bouché. Au moment de s'en servir, on a soin d'agiter; pour essayer une urine, il suffit d'introduire dans un matras d'essayeur parties égales de lait de chaux et de l'urine à examiner; on porte à l'ébullition pendant quelques secondes; l'urine contient-elle du sucre de fécule, le mélange prend l'aspect d'un sirop caramélisé, et si on le laisse reposer alors jusqu'à ce que le liquide soit éclairci, on peut juger par l'intensité de la coloration du liquide, de la proportion approximative de sucre contenu dans l'urine examinée. Quand on n'a pas une grande habitude de ces essais,



il est préférable d'avoir un vase de même forme et de même capacité que celui qui sert à l'essai et que l'on remplit d'urine non essayée ; on peut ainsi comparer facilement les deux liqueurs. Le procédé par la chaleur est suffisamment sensible, puisqu'il peut décélér 0 gr.40 de sucre par litre ; il est d'un usage commode pour les malades qui peuvent ainsi essayer facilement tous les jours leurs urines et suivre les progrès de leur traitement, lorsque surtout ils ont la précaution de faire l'essai sur l'urine des vingt-quatre heures. Le seul reproche qu'on puisse lui faire est de reposer sur une intensité de coloration et de ne pas donner d'une manière suffisamment exacte les quantités absolues de sucre.

Le procédé qui indique de la manière la plus certaine la présence du sucre est la fermentation ; on ajoute à un poids donné d'urine de la levure de bière ; on adapte le flacon qui la contient à une suite de tubes et boules à analyse d'acide carbonique contenant de la potasse ; on laisse la fermentation s'opérer, et lorsqu'il y a cessation de dégagement de gaz, on chauffe le flacon et on constate l'augmentation du poids des tubes dont la tare avait été faite ; on a ainsi le poids d'acide carbonique provenant de la décomposition du sucre, et on en déduit le poids du sucre. Ce procédé est très-long, demande de grandes précautions et ne donne pas des résultats satisfaisants ; on ne l'emploie jamais pour doser le sucre, mais il peut être employé pour constater sa présence d'une manière certaine.

Les procédés suivants ont tous pour but de donner les quantités absolues de sucre ; le premier a même le privilège de le donner en nature, mais il est si long et si inférieur en exactitude aux autres qu'il est banni de l'usage : il consiste à évaporer au bain-marie un poids donné d'urine en consistance sirupeuse le plus rapidement possible en ne dépassant pas + 60°, car, à la température de l'eau bouillante, l'urée et la matière extractive, réagissant sur le sucre, le transforment en mélasse incristallisable ; on laisse refroidir, on traite à deux reprises par l'alcool à + 40° qui dissout le sucre et laisse l'acide urique et les sels ; on concentre la solution alcoolique au bain-marie et on laisse terminer l'évaporation à l'air libre ; on lave les cristaux à l'éther sulfurique alcoolisé, on les redissout dans l'alcool et on les fait cristalliser de nouveau ; le sucre peut alors être dosé en nature ; il faut observer que dans cet état il n'est pas complètement pur : il contient de l'urée et quelques matières extractives qui le colorent, mais on peut les négliger ; ce procédé n'est avantageux que parce qu'il fournit le sucre en nature ; l'évaporation de l'urine produit une odeur si repoussante et si longue, que les procédés suivants lui sont toujours préférés :

*Procédé de Frommherz.*—Frommherz est le premier qui ait appliqué à l'analyse du sucre de fécule, la propriété de ce sucre de réduire à l'aide des alcalis certaines dissolutions telles que celles de sulfate et tartrate de cuivre. MM. Barreswill et Fehling en se servant de liqueurs titrées ont donné à ce procédé une telle précision que l'on peut par leur méthode décèler des traces de sucre et les doser : la liqueur d'essai de M. Barreswill a l'inconvénient de s'altérer peu de temps après sa préparation et de laisser déposer au fond du flacon un dépôt rouge briqueté de protoxyde cuivre ; cette altération a l'inconvénient de changer le titre de la liqueur ; aussi lui préfère-t-on le réactif de Fehling, qui peut se conserver très-long-temps sans altération ; nous allons en donner la formule d'après M. Quevenne. Voici cette formule :

|   |            |
|---|------------|
| 1° Sulfate de cuivre cristallisé. . . . . | 40 grammes |
| Eau distillée. . . . .                    | 100 »      |
| 2° Potasse caustique. . . . .             | 140 »      |
| Eau distillée. . . . .                    | 500 »      |
| 3° Tartrate de potasse neutre. . . . .    | 160 »      |
| Eau distillée. . . . .                    | 100 »      |

On dissout chaque sel séparément à l'aide d'une douce chaleur, puis la solution de potasse étant contenue dans une capsule suffisamment grande, on y ajouta d'abord celle de tartrate de potasse et ensuite peu à peu et en agitant celle de sulfate de cuivre ; il se forme un précipité bleuâtre qui disparaît à mesure ; en même temps le liquide prend une belle couleur violette ; on laisse refroidir ; on complète alors avec de l'eau distillée le volume de 1500 centimètres cubes qui correspond à 1353 grammes. 20 centimètres cubes de cette liqueur sont entièrement décolorés par 1 décigramme de glycose.

Pour opérer le dosage de la glycose, on se sert d'un tube droit renflé en forme de ballon de la contenance de 20 centimètres cubes dans la partie jaugée et d'une burette à tube latéral contenant de 30 à 35 centimètres cubes subdivisés par  $\frac{1}{10}$  de centimètre cube ; on mesure 20 centimètres de la liqueur d'épreuve dans le tube, on additionne de 1 à 2 grammes de potasse et on porte le tout à l'ébullition ; d'un autre côté on remplit la burette avec l'urine à essayer et on fait tomber ce liquide goutte à goutte dans le ballon en le portant à l'ébullition. A mesure qu'on ajoute du liquide sucré, la liqueur d'épreuve se décolore en même

temps qu'il s'y forme un précipité jaune d'abord, puis rouge de protoxyde de cuivre; lorsque la liqueur a perdu entièrement sa coloration bleue on arrête l'opération, on lit sur la graduation de la burette le nombre de centimètres cubes et divisions d'urine employés à l'opération et on en déduit par une proportion le poids de glycose contenu dans un litre d'urine; les 20 centimètres cubes de liqueur d'épreuve étant entièrement décolorés par 10 centigrammes de glycose, la quantité  $m$  qui a décoloré ces 20 centimètres cubes de liqueur contient évidemment 1 gramme de glycose, d'où :

Si  $m$  centimètres cubes d'urine contiennent 1 centigramme de glycose, 1000 ou un litre contiennent  $x$ , ou  $m : 1000 :: 0,1 : x$ .

$$d'où \quad x = \frac{1000 \times 0,1}{m} = \frac{1000}{m}$$

D'où il suit que l'on obtient le poids de glycose contenu dans un litre d'urine en divisant 1000 par le nombre  $m$  de centimètres cubes d'urine et divisions employés pour décolorer 20 centimètres cubes de la liqueur d'épreuve.

Quant aux essais qualitatifs, on se contente de faire bouillir la liqueur d'essai avec un peu de potasse et de l'urine suspecte, le précipité jaunâtre ou rougeâtre de protoxyde de cuivre indiquera la présence de la glycose.

Quelque excellent que soit le réactif de Frommherz il n'est pas sans reproche; la présence de l'acide urique et celle de matières organiques peuvent causer à elles seules la réduction du sel de cuivre. On pourra obvier à cet inconvénient en traitant l'urine par l'acétate de plomb basique qui précipite l'acide urique, et on enlève l'excès de plomb par l'acide sulfurique ou un sulfate soluble.

*De la saccharimétrie optique.* — Ce procédé d'analyse est sans contredit le meilleur de tous, il est fondé sur les lois de la polarisation et la propriété du sucre de diabète de dévier à droite le rayon de lumière polarisée; c'est à M. Biot que nous sommes redevables de ce mode d'analyse dont l'exactitude est mathématique. On trouvera les instructions pratiques dans l'ouvrage qu'il a publié en 1845.

Depuis les travaux de M. Biot, M. Soleil a construit un appareil de polarisation spécialement combiné pour les observations saccharimétriques et qui est d'un maniement facile, c'est à lui qu'on doit toujours avoir recours; le pouvoir rotatoire du sucre de diabète est à celui du sucre cristallisable comme 73 est à 100.

L'analyse des urines diabétiques doit être faite autant que possible avec de l'urine récente ; on sait, en effet, que sous l'influence d'un ferment qu'elles contiennent, ces urines subissent la fermentation alcoolique et dans certaines conditions la fermentation lactique et butyrique ; cette réaction n'a lieu cependant qu'après un certain temps et la quantité de sucre perdue pendant vingt-quatre heures est sans grande importance ; on peut du reste l'éviter en couvrant l'urine, suivant le conseil de M. Bouchardat, d'une couche légère d'éther qui la protège contre l'action de l'air.

La glycosurie est une maladie plus fréquente qu'on ne le croit ; comme on n'en souffre pas, elle passe souvent inaperçue derrière les complications auxquelles on attribue la perte des malades. On devra donc toujours essayer les urines lorsqu'avec un bon appétit convenablement satisfait les forces diminuent et l'embonpoint décroît, surtout lorsqu'à cela se joint une soif vive et des urines abondantes. Quelquefois chez un glycosurique, le sucre disparaît entièrement, et un essai dans de telles circonstances pourrait induire en erreur malgré l'ensemble des autres symptômes ; ce cas se présente pendant une grande fièvre ou après une vive douleur (Bouchardat) ; l'application de vésicatoires a quelquefois produit le même effet. Dans une urine qu'on examine pour la première fois, la proportion élevée de sucre et la quantité d'eau rendue dans les vingt-quatre heures ne doit pas être considérée comme un pronostic fâcheux, la proportion de ces corps dépend de la nature et de la quantité des aliments ; la rapidité avec laquelle les urines reviennent à l'état normal a une importance plus décisive ; une urine qui revient à l'état normal en vingt-quatre heures est d'un bon augure, l'état récent de la maladie est également un bon signe ; après la guérison, c'est-à-dire la disparition complète et continue du sucre de l'urine, il faut continuer à l'analyser fréquemment, les rechutes, en effet, ne sont pas rares et elles sont fort graves ; l'albuminurie compliquant la glycosurie n'est pas chose rare, cette coïncidence est d'un pronostic très-grave ; la proportion d'urée varie beaucoup pour les malades différents, et chez les mêmes malades selon les diverses émissions ; l'urée comme dans l'état de santé est, chez les malades, proportionnelle à la quantité d'aliments azotés.

*Du ferment diabétique.* — En exposant à l'air une urine diabétique, on voit quelquefois s'y déposer un dépôt ayant l'aspect d'une crème grise, blanche, assez consistante, adhérente aux parois inférieures du verre. Ce dépôt, bien lavé et conservé dans l'eau, ne donne aucun signe d'altération ; mais si on vient à lui ajouter une solution de sucre,

on voit presque aussitôt se manifester les signes d'une fermentation, dont l'activité devient peu à peu très-active. Ce ferment, examiné au microscope, se présente sous forme de globules généralement bien arrondis ou très-peu ovoïdes, paraissant circonscrits par un cercle noir, et portant sur leur centre diaphane un autre petit cercle peu visible. La grosseur de ces globules varie de  $\frac{1}{400}$  jusqu'à  $\frac{1}{150}$  de millimètre; ils offrent une grande force de résistance aux agents de décomposition les plus puissants. Ainsi, quand on les fait bouillir avec une solution de potasse caustique, ils diminuent, mais ne sont pas complètement dissous, car on les retrouve au microscope à l'état de globules très-pâles et rassemblés en amas confus. Le carbonate de soude les attaque à peine; l'ammoniaque les attaque moins fortement que la potasse. Ces globules paraissent aussi résister avec opiniâtreté aux acides, même les plus puissants; car après plusieurs heures de séjour dans l'acide sulfurique concentré, ils sont devenus seulement un peu plus pâles au microscope. D'après M. Quevenne, qui a comparé ces globules à ceux des dépôts qui se forment dans les liquides subissant la fermentation alcoolique, il y aurait identité d'organisation microscopique dans tous les différents globules de ferment, qui varieraient tout au plus en grosseur dans des limites restreintes.

#### ANALYSE APPROXIMATIVE DE L'URINE.

Au moment où je termine l'analyse de l'urine normale et pathologique, c'est, je crois, le lieu de dire quelques mots de l'analyse approximative. Je désigne sous ce nom l'analyse rapide, qui est la seule que puisse faire le médecin au lit du malade.

Cette analyse suffit souvent pour donner des renseignements précieux, si surtout on a présentes aux yeux les conséquences pathologiques qui découlent de l'aspect physique des urines et de leur traitement par des agents d'un emploi facile, tels que la chaleur, l'acide nitrique, etc. Lorsqu'on examine une urine dans ces conditions, il faut s'assurer, 1° s'il est possible, de la quantité d'urines rendues pendant les vingt-quatre heures; 2° de l'aspect de l'urine aux différentes heures du jour, et pour cela on recommande de la conserver dans des vases séparés: celles du soir et du matin sont les plus utiles à connaître; 3° on constate la densité de l'urine par l'aréomètre: la densité peut donner la quantité d'eau et la quantité de matières solides rendues dans les vingt-quatre heures; si elle est prise sur l'urine des vingt-quatre heures, elle peut faire également soupçonner la présence de l'albu-

mine, du sucre, etc. ; 4° on examine si l'urine est acide, neutre ou alcaline : les conséquences qu'on peut déduire de cet examen sont très-importantes ; la coloration ne doit pas être négligée ; si elle est en rapport avec la densité, elle indique une urine fortement chargée de matières solides, le plus souvent une urine fébrile ; si l'urine est pâle, décolorée et dense, elle indique, soit la présence de l'albumine, soit celle du sucre, soit la décomposition de l'urine ; si elle est pâle et d'une densité faible, elle peut faire soupçonner l'anémie, l'état nerveux, etc. ; 6° la consistance plus ou moins grande de l'urine indiquera la présence du mucus, de l'albumine, etc. ; 7° on examinera sa transparence ; si l'urine est trouble, cela peut indiquer la présence du mucus, du pus, du sang, des matières grasses ; des sédiments uriques, si l'urine est acide ; des sédiments de phosphates et carbonates, si l'urine est alcaline ; 8° on essaye l'urine par l'acide nitrique, qui indique la présence de l'albumine, de la matière bleue dont j'ai parlé à l'article de la matière colorante, de l'acide urique en excès, de la matière colorante, de la bile ; 9° la chaleur indique la présence de l'albumine si l'urine est acide, des phosphates et carbonates si elle est alcaline ; elle favorise la dissolution des sédiments d'acide et d'urates ; 10° le microscope surtout rendra de grands services dans une analyse au lit du malade, il permettra de reconnaître un grand nombre de corps tels que les épithélium, les globules muqueux de pus, de sang, de ferment diabétique, les animalcules spermatiques, la nature des sédiments, etc. Quand on n'aura à sa disposition que l'urine du matin, on pourra juger néanmoins souvent de la nature de l'urine de vingt-quatre heures ; on se rappellera, pour éviter les erreurs d'appréciation, que ces urines sont plus chargées relativement que les autres de matières solides ; l'habitude pourra beaucoup faciliter cette étude rapide, une personne expérimentée reconnaîtra souvent au premier abord la nature de telle urine, de tel sédiment, l'aspect de l'urine suffira même souvent pour lui indiquer approximativement la quantité de matières solides qu'elle contient.

#### DES MÉDICAMENTS OU POISONS QUE L'ON RETROUVE DANS L'URINE.

Le nombre des médicaments ou poisons que l'on peut retrouver dans l'urine est considérable ; les procédés qui servent à les reconnaître s'éloignent peu, en général, des procédés ordinaires. Il serait trop long d'examiner successivement tous les corps que l'on a reconnus dans l'urine ; on trouvera, dans le travail de M. Millon, de nombreux détails à ce sujet.

Nous nous contenterons de signaler un certain nombre des principaux et de donner les procédés d'analyse qui leur sont applicables.

*De l'Iode.* — L'iode se rencontre dans l'urine des malades soumis au traitement interne des préparations iodées. Pour le reconnaître, plusieurs procédés sont en usage : tous ont pour but la réaction si caractéristique de l'iode libre sur l'amidon.

Premier procédé. On ajoute à l'urine suspecte du sous-carbonate de potasse pur (on doit essayer préalablement tous ses réactifs), jusqu'à cessation de précipité que l'on sépare ; on évapore l'urine en consistance sirupeuse, on la traite par l'alcool, on filtre la solution, on l'évapore à siccité et on calcine le résidu ; on le dissout alors dans un peu d'eau acidulée par quelques gouttes d'acide nitrique, de manière à rendre la solution acide, et on y ajoute de l'empois d'amidon. S'il y avait de l'iode dans l'urine, on voit se développer immédiatement une belle couleur bleue ; on peut ainsi décèler des quantités très-minimes d'iode.

Un deuxième procédé plus expéditif consiste à ajouter de l'empois d'amidon à l'urine et à y faire passer quelques bulles de chlore, ou mieux un peu d'eau de chlore ; l'iode, devenant libre, réagit sur l'amidon : il faut éviter un excès de chlore, qui détruit la coloration. On peut encore remplacer le chlore par un mélange de chlorate de potasse et d'acide sulfurique ; on n'a pas à craindre l'excès du chlore. L'emploi du chlorure de chaux liquide, recommandé par M. Eymael, est préférable, parce qu'il est sous la main de tous et qu'il permet d'éviter l'excès de chlore : on mélange de l'empois d'amidon à l'urine, ou même de l'amidon en poudre, et on ajoute goutte par goutte du chlorure de chaux liquide, jusqu'à ce que la coloration se manifeste ; il faut agiter le mélange et n'ajouter une nouvelle goutte de chlorure que lorsque, après quelques secondes de contact, les premières n'ont pas donné la coloration désirée ; la réaction est presque instantanée. Si l'urine était alcaline, il faut avoir la précaution de l'aciduler par l'acide chlorhydrique ; on peut ainsi constater un demi-milligramme d'iode dans l'urine. Chez les malades qui prennent l'iodure de potassium, la réaction est très-intense et toujours manifeste au bout de deux heures. Cinq heures après l'ingestion de l'iodure, l'intensité de la coloration est au maximum ; neuf heures après, on n'en trouve plus.

Il est un procédé qui, moins délicat, se recommande cependant par sa simplicité : on ajoute à l'urine quelques gouttes d'acide chlorhydrique, et on y trempe une bande de papier non collé et humide, qui se colore après quelques instants ;

on prépare un papier très-sensible en trempant un papier à filtre dans de l'empois et faisant sécher.

*Arsenic.* — L'urine est la voie la plus puissante de l'élimination de l'arsenic, ainsi que l'a prouvé Orfila, qui a vu succomber rapidement les animaux qu'il empoisonnait et qui n'urinaient pas, tandis que ceux qui urinaient beaucoup guérissaient souvent; on le rencontre très-peu de temps après l'ingestion du poison. C'est au moyen de l'appareil de Marsh modifié que l'on reconnaît l'arsenic; la préparation qu'il faut faire subir à l'urine est celle-ci : On l'évapore à siccité; on la carbonise à une température modérée avec une petite quantité de potasse caustique pure; on fait bouillir le résidu avec de l'acide chlorhydrique dilué au quart, et on introduit dans l'appareil de Marsh; on a pu ainsi reconnaître l'arsenic dans l'urine de personnes qui prenaient chaque jour de petites doses de liqueur de Fowler.

*Dufer.* — Un procédé simple et commode pour reconnaître le fer consiste à acidifier l'urine avec un acide minéral fort, et à ajouter un peu de cyanoferrure de potassium; dans le cas de présence du fer, il y a coloration bleue plus ou moins foncée de bleu de Prusse; ce procédé est très-sensible et donne une coloration bleuâtre avec

$\frac{1}{5000}$  du poids de l'urine. Néanmoins, comme il ne permet pas de reconnaître

le cyanure ferroso-potassique, et que les matières organiques peuvent masquer la réaction des quantités infiniment petites que contient seulement l'urine dans la majeure partie des cas, il vaut mieux opérer par le procédé suivant de M. Quevenne,

qui permet de reconnaître  $\frac{1}{10000}$  de fer.

On prend 100 grammes d'urine qu'on évapore à la lampe à alcool; on calcine dans une capsule en porcelaine; on lave le résidu avec 20 grammes d'eau bouillante; on décante après refroidissement; le résidu insoluble desséché est dissous à l'aide de la chaleur avec un mélange de 10 gouttes d'acide chlorhydrique pur et 10 gouttes d'eau; on évapore à une douce chaleur en consistance sirupeuse, et on reprend par autant d'eau et d'acide que précédemment; si la solution contient du fer, elle est légèrement colorée en jaune; deux gouttes de ce liquide et une goutte de solution de cyanure jaune au dixième, produisent une nuance verdâtre ou des flocons bleus, suivant la quantité de fer; deux gouttes de solution et une goutte de solution de sulfocyanure donnent une coloration qui varie depuis le rose jusqu'au rouge sang très-foncé. Dans ces recherches sensibles, il faut éviter l'introduction



du fer, soit au moyen de réactifs qui en contiennent souvent, soit au moyen des particules minérales ou organiques qui peuvent voltiger dans l'air. M. Quevenne n'a pas trouvé de fer dans l'urine normale et il en a trouvé dans l'urine des personnes soumises aux traitements ferrugineux, mais moins qu'on ne l'avait cru jusqu'à lui, soit  $\frac{1}{5000}$  par 100 grammes. On ne peut donc pas dire que l'urine soit la voie d'élimination du fer.

*Du chlorate de potasse.* — Le chlorate de potasse a été proposé dans ces derniers temps dans les stomatites diphthériques, gangréneuses et mercurielles; on l'a donné à la dose de 2 à 4 grammes par jour; l'urine est la voie d'élimination du chlorate de potasse, ainsi que l'a reconnu M. Gustin, interne des hôpitaux, qui l'y a retrouvé en grand quantité et sans aucune modification; sa recherche dans l'urine est des plus faciles. On teint l'urine en bleu-clair avec un peu de sulfate d'indigo et on y fait tomber avec précaution quelques gouttes d'acide sulfureux dissous dans l'eau; la coloration disparaît; l'acide sulfureux enlève à l'acide chlorique tout son oxygène, passe à l'état d'acide sulfurique, et met en liberté le chlore qui détruit aussitôt la couleur bleue d'indigo; cette réaction qui se fait à froid est d'une sensibilité extrême: elle permet d'apprécier moins d'un dix-millième de chlorate de potasse; elle est tout à fait caractéristique lorsque la décoloration est instantanée. En effet, les azotates ne produisent rien de semblable, l'acide sulfureux ne décolore que très-lentement le sulfate d'indigo.

Les tartrate, citrate, acétate de potasse et de soude passent dans l'urine, mais sous une autre forme que la forme primitive; on les retrouve à l'état de carbonate de soude ou de potasse. L'ingestion de ces substances est une des rares causes qui rendent l'urine alcaline à l'état de santé; le bicarbonate de soude passe directement dans l'urine et agit de même; on s'assure de la présence du carbonate de soude dans l'urine en l'évaporant et la calcinant; la soude étant libre, le précipité salin réagit sur le papier de tournesol rouge; on la distingue de la potasse par les procédés ordinaires.

Les fruits rendent l'urine alcaline; on sait qu'ils contiennent des sels végétaux alcalins tels que tartrates, citrates, malates; ces sels, en passant dans l'urine, se transforment en carbonates alcalins.

*Nitrate de potasse.* — Le nitrate de potasse passe facilement dans l'urine. On le reconnaît en faisant évaporer l'urine et calcinant le résidu; on le traite par l'acide sulfurique, on ajoute de la limaille de cuivre et on chauffe dans un tube. Il se

dégage des vapeurs nitreuses ; la potasse se reconnaît par le chlorure de platine ; l'abondance du précipité peut seule indiquer la présence de la potasse provenant d'un corps étranger à l'urine, car l'urine contient une petite quantité de potasse à l'état normal.

**Mercur.** — Après l'usage abondant de l'onguent mercuriel, on retrouve le mercure dans l'urine ; il est probable qu'il se rencontre aussi après un traitement mercuriel interne. Le mercure existe sous forme de sel insoluble dans l'urine, on doit donc le chercher dans le sédiment de l'urine suspecte ; on sèche le sédiment et on le calcine avec du carbonate de soude dans un petit tube allongé dont l'ouverture supérieure est presque bouchée ; s'il y a du mercure, il se sublime à la partie supérieure du tube.

**Du sulfate de quinine.** — Pris à l'intérieur, il entre dans la circulation et passe dans les urines ; sa présence peut y être constatée facilement une heure après son ingestion, pourvu toutefois qu'il ait été pris à la dose d'environ 30 ou 35 centigrammes ; on peut l'y constater encore vingt-quatre heures et même quelquefois plus longtemps après son ingestion, si la dose a été de 40 à 50 centigrammes. On voit par là que le sulfate ne passe que lentement dans les urines ; le procédé le plus sensible pour le découvrir est celui de M. Bouchardat : il consiste à la traiter par l'iodure de potassium ioduré, qui produit avec la quinine un précipité jaune brunâtre ; la solution d'iodure, qui doit être préférée, se fait avec 1 partie d'iode, 2 parties d'iodure de potassium et 12 parties d'eau ; le précipité que donne l'iodure de potassium ioduré avec la quinine est insoluble dans l'eau, insoluble dans un excès de réactif, soluble dans l'alcool ; la couleur du précipité est beaucoup plus claire lorsqu'on opère dans l'eau que dans l'urine ; dans ce liquide, le précipité ne se forme bien que lorsqu'il y a une quantité sensible de quinine, autrement il ne communique à la liqueur qu'une couleur olivâtre et opaline, qui ne se distingue bien que par réflexion, mais qui est bien distincte de celle que communique le réactif à une urine ne contenant pas de sulfate de quinine ; ce réactif suffit pour reconnaître d'une manière certaine le sulfate de quinine ayant passé dans l'urine de personnes qui en prenaient 0 gr. 30 à 0 gr. 35 par jour ; l'apparition d'un précipité par la solution iodurée dans l'urine est du reste caractéristique, car aucun des éléments de l'urine ne précipite par ce réactif ; on peut, du reste, s'assurer de la présence de la quinine dans le précipité par le procédé suivant de M. François Robert ; on jette sur un filtre le précipité, on le lave à l'eau distillée, on le détache du filtre et l'on traite par l'acide sulfurique dilué, qui décompose l'iodure d'iodhy-

drate de quinine en formant du sulfate de potasse et du sulfate de quinine, et en précipitant l'iode; la liqueur filtrée est traitée par l'ammoniaque qui en précipite la quinine; on la reprend par l'acide sulfurique dilué, on ajoute un peu d'eau, on traite par le charbon, on évapore et on obtient de très-beaux cristaux de sulfate de quinine. On peut encore reconnaître le sulfate de quinine en traitant l'urine par le tannin qui précipite la quinine que l'on recherche dans le précipité; lorsqu'on a le sulfate de quinine isolé en solution suffisamment concentrée, on peut le reconnaître par la réaction du chlore et de l'ammoniaque: on verse de l'ammoniaque dans la solution et on y fait passer un courant de chlore, la liqueur prend une teinte verte caractéristique.

*Alcaloïdes.* — M. Bouchardat a appliqué son réactif, non-seulement à la recherche du sulfate de quinine, mais encore à celle des autres alcaloïdes qui forment également des précipités avec l'iodure d'iodhydrate de potassium; il a pu reconnaître ainsi que l'atropine et la daturine passaient dans les urines des animaux qui peuvent se nourrir impunément de solanées vireuses, tels que les lapins. Les alcaloïdes de l'opium passent aussi, au moins partiellement, dans l'urine. M. Bouchardat a trouvé de la morphine dans l'urine d'un malade qui, par l'habitude, était arrivé à prendre 1 gramme d'extrait d'opium par jour; il a également constaté la morphine dans l'urine d'un homme qui s'était empoisonné en avalant 20 grammes de laudanum de Sidenham. Depuis, d'autres observateurs, et entre autres le docteur Giraud, ont constaté la morphine dans les empoisonnements et même dans l'urine de malades n'ayant pris que 0 gr. 10 d'extrait d'opium. Pour reconnaître la morphine, il faut la chercher dans l'urine sécrétée dans les sept à dix premières heures après l'ingestion de l'alcaloïde, sans cela on n'en trouve pas de traces. Il ne faut pas craindre non plus d'ajouter un excès de réactif, car s'il n'y en a qu'une quantité insuffisante, le précipité se redissout dans l'urine. On comprend l'importance de pareilles recherches dans le cas d'empoisonnement; il ne faut pas cependant s'en exagérer la valeur, le précipité indique bien en effet la présence d'un alcaloïde, mais il est rare que l'on en ait assez pour pouvoir faire des essais consécutifs qui établissent nettement la nature de l'alcaloïde.

Nous terminons ici notre travail. Nous avons examiné successivement : 1° les corps contenus à l'état normal dans l'urine; 2° les corps qui s'y trouvent accidentellement; 3° les principaux médicaments ou poisons qui passent dans les urines.

Nous avons étudié chacun de ces corps au point de vue de son analyse surtout, mais nous avons également donné les indications les plus importantes relatives à son histoire, tant à l'état normal qu'à l'état pathologique. Nous avons omis avec dessein l'histoire générale de l'urine normale et pathologique, notre plan ayant été surtout de donner les procédés d'analyse et l'histoire sommaire de chaque corps. Nous osons espérer qu'en raison de l'étendue des matières que nous avons à traiter, nos lecteurs seront indulgents pour les imperfections et les omissions qui se seront nécessairement glissées dans notre travail.

Vu, bon à imprimer,

*Pour le Directeur de l'École,*  
G. GUIBOUT.









